

आपेक्षिकता
की
मूलसंकल्पनाएँ

आपोक्षेकता की मूलसंकल्पनाएँ

[केलिवत् पिरानी के सशोधित संस्करण से अनुवाद]

अनुवादिता
श्रीमती निर्मल जैन



राजकमल प्रकाशन

मूल्य ६ ००

प्रकाशक

राजकमल प्रकाशन प्राइवेट लिमिटेड,
दिल्ली ६

मुद्रक

धार० के० प्रिंटर्स,
८०-डी कमला नगर,
दिल्ली ७

© हिन्दी अनुवाद 1965

राजकमल प्रकाशन प्राइवेट लिमिटेड, दिल्ली

Hindi Translation of
A B C of Relativity by Bertrand Russel

Originally Published by
George Allen & Unwin Ltd London

विज्ञप्ति

यह पुस्तक पहली बार 1925 में प्रकाशित हुई थी। आपेक्षिकता के मूल सिद्धांत तब से बदले नहीं हैं किंतु उसके व्यवहार बहुत प्रसृत हो गए हैं और प्रस्तुत सस्वरण के लिए कुछ सुधार आवश्यक था। श्री कैलिकम पिरानी ने यह सुधार मेरी सहायता से किया है। उन्होंने ११वाँ अध्याय फिर से लिखा है और वर्तमान नाम के साथ मूल बिठाने के लिए कई दूसरे अनुच्छेद बदल दिए हैं।

विषय सूची

1	स्पष्ट और दृष्टि पृथ्वी और ग्रहाण्ड	9
2	वास्तविक घटना और प्रेषित घटना	16
3	प्रकाश का वेग	24
4	घड़ियाँ और घुटे	32
5	दिक् काल	40
6	आपेक्षिकता का विनिष्ट सिद्धान्त	47
7	दिक् काल में समतान	58
8	आइंस्टाइन का गुरुत्वाकर्षण नियम	68
9	आइंस्टाइन के गुरुत्वाकर्षण नियम के प्रमाण	79
10	द्रव्यमान, गवेग, ऊर्जा और क्रिया	86
11	विस्तारशील ग्रहाण्ड	97
12	परम्परा और प्राकृतिक नियम	107
13	'बल' का बहिष्कार	115
14	द्रव्य क्या है ?	123
15	दार्शनिक परिणाम	130

स्पर्श और दृष्टि

पृथ्वी और ब्रह्माण्ड

हर कोई जानता है कि आइंस्टाइन ने कोई आवश्यकता मान ली, परंतु इतना तो बहुत ही कम लोग जानते हैं कि वास्तव में उसने क्या किया। साधारणतः यह माना जाता है कि उसने भौतिक संसार-सम्बन्धी हमारी धारणाओं में त्रुटि पदा कर दी, परंतु नई धारणाएँ गणितीय जटिलताओं से परिपूर्ण हैं। यह तो सत्य है कि आवश्यकता सिद्धांत को जन-साधारण को समझाने के बहुत-से तरीके अपनाये गए, परंतु इनमें जहाँ भी हम किसी महत्वपूर्ण बात पर पहुँचते हैं तो उसका समझना कठिन हो जाता है। इसके लिए हम लेखकों को दोषी ठहरा सकते हैं। बहुत सी नई धारणाओं का गणित के बिना भी समझाया जा सकता है परंतु फिर वे बहुत ही कठिन हो जाती हैं। आवश्यकता इस बात की है कि विद्वत् के सम्बन्ध में हमने जो धारणा बना रखी है उसमें परिवर्तन लाना चाहिए। विश्व-सम्बन्धी यह धारणा बहुत पुरानी सम्भवतः मानव-पूर्व के पूर्वजों से चली आ रही है और इन्हें हमसे प्रत्येक न अपने बाल्यकाल से ही सीखा था। हमारी संकल्पनाओं में परिवर्तन आना सदैव ही कठिन है और विशेष रूप से बड़ी उम्र में तो और भी कठिन है। इस ही परिवर्तन की आवश्यकता कॉपरनिकस के समय में भी थी, जब उसने पहले-पहल यह बताया था कि पृथ्वी स्थिर नहीं है और न ही बाकी सम्पूर्ण ब्रह्माण्ड पृथ्वी के चारों ओर प्रतिदिन एक परिक्रमा करता है। हमारे लिए यह धारणा जरा भी कठिन नहीं है क्योंकि हमने इसे अपने मानसिक स्वभाव में परिवर्तन आने से पहले ही सीख लिया था। इस प्रकार आइंस्टाइन के विचार आने वाली उस पीढ़ी के लिए सरल तथा ग्राह्य हाथ जोड़ी के साथ पलेंगे, परंतु हमारे लिए अब कल्पना शक्ति में काफी बड़े परिवर्तन की आवश्यकता होगी।

पृथ्वी-तल के सम्बन्ध में खोज करने में हम अपनी सभी इन्द्रियों का प्रयोग करना होता है और विभिन्न रूप से दृष्टि और स्पर्श इन्द्रिय का। विज्ञान के

उदय में पूर्व सम्बाइयाँ नापने के लिए मनुष्य व अग्नि का प्रयोग होता था। इसके लिए 'कदम, हाथ और बालिश्वन का प्रयोग होता था। लम्बी दूरी नापने के लिए यह देखा जाता था कि एक स्थान से दूसरे स्थान तक जान में बिनाना समय लगा। धीरे धीरे हमने दूरी को बवल माप स दक्षक आकना सीसा परतु गुडता के लिए हम स्पक्ष पर ही निभर करने ह। इसक अतिरिक्त स्पक्ष मे हम वास्तविकता का भी भास होता है। कुछ चीजा का रना भी सम्भव नही है अमे इन्द्रधनुष दपण मे प्रतिबिम्ब इत्यादि। इन चीजा पर यक्षा का यक्षा हैरानी होनी है क्याकि उनकी तात्त्विक परिकल्पनाएँ केवल इतनी हा जानना तक सीमित हैं कि जाने में हम जो भी देखते है वह वास्तविक नहा ह। मक्कय की बटार अवास्तविक थी क्योंकि दृष्टिबाध की तरह उनका स्वरभाव नही हा सकता था। क्वत ज्यामिति और भौतिकी ही नही बल्कि हमारे चारो ओर जा भी है उसक सम्बध में हमारी धारणा स्पक्षज्ञान पर ही आधारित है यहा तक कि यह हमारे स्पर्शालकार तक में आता है हम एक अच्छे भाषण को ठोस और रही भाषण को गम (बाग मारना) कहत है क्याकि हमारे विचार में गम अधिक वास्तविक' नही ह।

इह्याड व अध्ययन में हमारे लिए एकमात्र दृष्टिवोध ही उपलब्ध है। हम मूय का स्पक्ष नहीं कर सकत और न ही उसके पास तक जा सकत हैं हम चन्द्रमा के चारो ओर पदल चक्कर नही लगा सकत और न ही प्लामोडिज की माप के त्रिफुटे का उपयोग कर सकते हैं। फिर भी ज्योतिषज्ञों ने उसके लिए बिना किसी हिचक के ज्यामिति और भौतिकी का प्रयोग किया क्योंकि उसन इह पृथ्वी पर उपयोगी पाया था, और वू कि स्पक्ष तथा यात्रा पर आधारित था। एना करने में उनके सामने बहुत-सी कठिनाइयाँ पदा हो गई जिनका बाद में आइंस्टाइन ने निवारण किया। बाद में यह ज्ञात हुआ कि हमने स्पक्ष ज्ञान से जा कुछ सीखा था वह हमारा अवगतिव पूर्व-मस्कार था और यदि हम मगर का यथाय धित्र प्राप्त करना चाहते हैं तो हम उसका त्याग करना हागा।

एक उदाहरण से यह स्पष्ट हा जाएगा कि एक ज्योतिषज्ञ को उस मापान्तर यन्त्र की तुलना में कितनी बार्ने सम्भव लगता है जो पृथ्वी व तन का वस्तुधा से सम्बंधित है। माना कि आपका एक ऐसी मोपधि दी जाय जिसे आप कुछ समय के लिए बहोत हा जाए और जब आप होन में आए ता आपका स्मरण गतिता जाणी रह परतु आपकी विचार गति बनी रह। अब हम यह मान लें कि जब आप बहोत थ ता उगी समय आपको एक मुश्किल में न आना जाना है और जब आप हाण में आत हैं ता मुश्किल किसी अरोग रन में हवा व माप उठा चना जा रहा है—वह रन या ता 5 नवम्बर की रन या यदि आप दण्ड व ऊपर उठ रह है या अगर आप अमरीका के

ऊपर हैं ता वह 4 जुलाई की रात हो। आप उस आतिशबाजी को देख सकते हैं जा जमीन से, रेतगाडिया स या हवाई जहाजों से छोड़ी जा रही है, परन्तु धधर व कारण आप जमीन रेतगाडी या हवाई जहाज को नहीं देख सकते। आपके मन म मसार का क्या चित्र होगा? आप सोचेंगे कि कोई भी चीज स्थायी नहीं है यहाँ प्रकाश की क्षणिक चमक हैं जो अपनी अल्प अवधि में नूय म विविध और अदभुत रूपा म भ्रमण करती हैं। आप इन प्रकाश की दमकी को छू नहीं सकते, आप इन्हें केवल देख सकते हैं। स्पष्ट है कि तब आपकी ज्यामिति आपकी भीतिकी और आपकी तत्त्वमीमासा साधारण मनुष्यों से भिन्न होगी। यदि उम गुस्सारा म कोई साधारण मनुष्य आपके साथ हो ता उसका शब्द आपको अवाम लगेगा। परन्तु यदि आपके साथ आईस्टाइन हो तो आप साधारण मनुष्य का सुजना म उसकी बातों की अधिक आसानी से समझ लेंगे, क्याकि अब आप उन सब पूर अवधारणाओं से मुक्त होंगे जिनका कारण आशाना मनुष्य उह समझने म असमय रहते हैं।

आपक्षिकता का सिद्धांत काफी हद तक इस बात पर निर्भर करता है कि उन विचारों का बहिष्कार किया जा सके जो हमारे दैनिक जीवन म उपयोगी हैं परन्तु उनका नहीं जा भीषणि छाए हुए गुस्सारे वाले व्यक्ति के लिए उपयोगी व। कई कारणों से, जो सगमग आकस्मिक ही हैं पृथ्वी पर की परिस्थितिया कुछ ऐसी हैं कि यहाँ की मकसुनाएँ अशुद्ध ही होती हैं यद्यपि ऐसा मालूम पड़ता है कि ये विचारों के अभिन्न अंग हैं। इन परिस्थितियों म से सबसे महत्वपूर्ण यह है कि पृथ्वी क तल पर अधिकांश वस्तुएँ काफी अटन हैं और पार्थिव दृष्टिकोण से काफी स्थायी हैं। यदि ऐसा न होता ता किसी यात्रा पर जाने का विचार इतना निश्चित न मालूम पड़ना जितना कि अब लगता है। यदि आप किंग्स जॉस से एडिनबग तक की यात्रा करें तो आपको किंग्स जॉस हमेशा वहीं मिलेगा जहाँ वह हमेशा होता है और रेल की पटरी उमी पथ पर होगी जहाँ वह बिछले इसी सफर के समय थी और एडिनबग में बैक्कने स्टेशन अपने स्थान म हटकर कसिप्त तक नहीं पहुँचा होगा। इसलिए आप सोचते हैं और कहते हैं कि आपने एडिनबग तक की यात्रा की एडिनबग चल कर आप तक नहीं पहुँचा है यद्यपि यह बाद वाला कथन भी उतना ही सत्य होगा जितना कि पहला। इस साधारण दृष्टिकोण की सफलता बहुत सी ऐसी बातों पर निर्भर करती है जा एक प्रकार से भाग्य की तरह की हैं। माना कि लानन व सभी घर शाश्वत रूप से गति कर रहे हों जैसे कोई मक्खिया का भुण्ड हो, मानें कि रेतगाडी बर्फ व सुदकते हुए ढेर की तरह जा रही हो और उसी प्रकार अपना रूप भी बदलती हो और अंत म मान लें कि भौतिक वस्तुएँ भी यादग की भाँति बनती और बिगड़ती रहती हों। इन कल्पनाओं म कोई ऐसी अनममय बात नहीं है, परन्तु ऐसी दुनिया में एडिनबग तक की यात्रा का

कोई अर्थ ही नहीं रहेगा। निश्चय ही आप टक्सी ड्राइवर से सबसे पहले यही पूछेंगे कि आज किस क्रॉस कहीं पर है। स्टेशन पर पहुँचकर भी एडिनबर्ग के बारे में आपका सबसे पहला प्रश्न यही होगा, परन्तु स्टेशन पर बसक आपसे पूछेगा कि 'महाशय, आप एडिनबर्ग के किस भाग के बारे में पूछ रहे हैं? प्रिन्स स्ट्रीट ग्लासगो पहुँच गई है, कसिल चलकर हाइलंड्स तक पहुँच गया है और वेवरले स्टेशन फ्रिय ऑफ फीथ के बीच पानी के नीचे पहुँच गया है।' यात्रा के दौरान भी स्टेशन स्थिर नहीं रहेंगे। उनमें से कुछ उत्तर की ओर जा रहे होंगे कुछ दक्षिण की ओर, और कुछ पूव या पश्चिम की ओर जा रहे होंगे मन्मथत कुछ रेलगाड़ी से भी तब चाल से जा रहे होंगे। ऐसी परिस्थिति में आप यह नहीं कह सकते कि किसी क्षण आप कहीं पर थे। वास्तव में यह धारणा, कि कोई व्यक्ति हमेशा किसी निश्चित स्थान पर है इस भाग्यशाली बात पर आधारित है कि इस पृथ्वी-तल की अधिकांश बड़ी वस्तुएँ अविचल है। स्थान की संकल्पना एक स्थूल प्रायोगिक धारणा मात्र है यह कोई ऐसी परमावयक बात नहीं है और इसको पूर्णतः निश्चित नहीं बनाया जा सकता।

यदि हम इस कद्वान में आकार के होत तो हमारे लिए स्थायित्व की यह धारणा न होती जो हमारे बोध के स्थूल होन के कारण है। किस त्राज जो हम डोम मालूम पड़ता है वह इतना विगल होगा कि उसकी अवधारणा, कुछ भक्की गणितगो को छोड़कर अर्थ किसी के लिए भी बटिन ही होगी। उसके जो टुकड़े हम देख सकेंगे वे पदार्थ के सूक्ष्म कणों से बड़े नष्टा हाग जो कभी एक-दूसरे के सम्पर्क में नहीं आते, बल्कि लगातार एक-दूसरे के चारों ओर भिनभिनाते रहते हैं जस किसी संकल्पनातीत तब बने नश्य में होना है। हमारे मनुभवों का समार उतना ही पागलपन वाला होगा जितना कि यहाँ होगा जब एडिनबर्ग के भिन भिन भाग विभिन्न गिगाग्रो में जा रहे होंगे। इसमें विपरीत यदि सूर्य के समान विगतकाय हों और उतने ही दीर्घायु भी हो और आपका प्रत्यक्ष ज्ञान भी उतना ही मजबूत हो तो पुन यह अद्भुत आपकी अस्त व्यस्त और अस्थायी लगेगा यह और तारे सुबह की धुंध के समान आकर सुप्त होते जाएँगे और कोई भी चीज किसी दूसरे के सापेक्ष स्थिर अवस्था में नहीं मानूँ पड़गी। इस प्रकार आपेक्षिक स्थायित्व की यह धारणा जो हमारी सामान्य विचारधारा का एक अंग बन गई है इस कारण है कि हमारा ज्ञान ही एका है और हम एम ग्रह पर हैं जिसका तब बनना म्म नहीं है। यदि ऐसा न होता तो आपेक्षिकता से पूव की भौतिकी गिनित मनुष्य के लिए अतापजनक न होती। वास्तव में हमने एम मिडोता का आविष्कार ही न किया होता। हम एक ही मन्त्र में आपेक्षिकता भौतिकी पर पहुँच जाते या वैज्ञानिक नियमों में अनभिज्ञ रहते। हमारे लिए यह भाग्य की बात है कि हमारे सामने एनी कोई परिस्थिति नहीं है क्योंकि यह सोचना

स्या और दृष्टि

बटिन है कि एक ही व्यक्ति वह सब काम कर डालता जो यूक्लिड गलीलियो, 'यूटन और आइन्स्टाइन ने मिलकर किया। परंतु ऐसे अविद्वनीय प्रकाण्ड विद्वान क बिना एस मसार मे भौतिकी का आविष्कार ही न हुआ होता जहाँ भवनानिक प्रेक्षणा मे विद्वद्व्यापी पत्रकस का अस्तित्व व्याप्त था।

ज्यातिप मे यद्यपि सूर्य, चंद्रमा और तारों का अस्तित्व वर्षों से ज्यों-का-तथा बना हुआ है परंतु दूसरी दृष्टि से ज्योतिष मे जिस विद्व से हमारा सम्बन्ध है वह हमारे दैनिक जीवन के मसार से बिलकुल भिन्न है। जैसा कि हम पहले ही कह चुके हैं हम पूणतया दृष्टि पर निर्भर हैं, आकाशीय पिण्डों का स्पर्श करना, सुनना, सूँघना या स्वाद सम्भव नहीं है। आकाश का प्रत्येक पिण्ड वादी सभी पिण्डों के सापेक्ष गतिमान है। पृथ्वी सूर्य के चारों ओर घूम रही है, सूर्य किसी एवमप्रेम गाड़ी से भी बड़ी अधिक तेज चाल से हट रहा है, सूर्य किसी एवमप्रेम गाड़ी से भी बड़ी अधिक तेज चाल से हट रहा है, सूर्य किसी एवमप्रेम गाड़ी से भी बड़ी अधिक तेज चाल से हट रहा है। आकाश हरकुलीय तारामंडल मे एक बिन्दु की ओर जा रहा है और स्थिर तारे मुनिगों के भयातुर मुण्ड की तरह हड़बड़ी मे इसर उधर भाग रहे हैं। आकाश मे किम त्राम और एडिनबग की तरह निश्चित स्थान नहीं है। जब आप पृथ्वी पर एन स्थान से दूसरे स्थान तक जाते हैं तब आप कहते हैं कि रेल-गाड़ी जा रही है, न कि स्टेशन, क्योंकि स्टेशन एक-दूसरे के स्थान मान के नगरा के सापेक्ष अपनी भौगोलिक स्थिति मे ज्यों-के-तथा रहते हैं। परंतु ज्यातिप मे स्वच्छा से आप किसी को भी गाड़ी और किसी को स्टेशन मान सकते हैं इनका निश्चय पूणतया सुविधा और पृथक् के अनुसार ही होगा।

इस दृष्टि से हम आइन्स्टाइन की कॉपरनिकस से तुलना करेंगे। आपर निम्न मे पहले लोगो का विचार था कि पृथ्वी स्थिर रहती है और आकाश उमक चारों ओर प्रतिदिन एक बार चक्कर लगाता है। कॉपरनिकस ने बताया कि स्वयं पृथ्वी एक दिन मे एक बार घूम जाती है और सूर्य तथा तारा की दैनिक परिक्रमा 'आभास' मात्र है। गेलीलियो और 'यूटन ने इस विचार की पुष्टि की तथा अथ कई बातों से इसकी पुष्टि होती थी—उदाहरण के लिए पृथ्वी का ध्रुव पर चपटा होना और ध्रुवों पर वस्तुओं का वजन भूमध्य रेखा पर वजन की तुलना मे अधिक होना। परंतु आधुनिक मिद्धात के अनुसार कापरनिकस और उसके पूर्वगामियों मे यही अंतर था कि कौन-सा मत उनके लिए सुविधाजनक था। सब प्रकार की गति सापेक्ष है और यदि हम कह कि पृथ्वी एक दिन में एक बार घूम जाती है या कहें कि 'आकाश' पृथ्वी के चारों ओर प्रतिदिन एक परिक्रमा करता है तो इन दोनों बयनों मे कोई अंतर नहीं है। दोनों का ठीक एक ही अर्थ है जसा कि हम कहें कि अमुक लम्बाइ छ फुट या दो गज है। यदि हम पृथ्वी के बजाय सूर्य को स्थिर मान दें तो ज्यातिप मे आसानी रहती है। यदि हम कॉपरनिकस के बयन को ग्रहमिचना से तो उमका अर्थ निरपेक्ष गति को महत्त्व देना होगा जो प्राक्विर

भ्रम ही है। प्रत्येक गति सापेक्ष है और यह तो केवल एक प्रथा की बात है कि हम किसे स्थिर मानें। इस प्रकार की सभी प्रथाएँ समान रूप से सही होंगी यद्यपि समान रूप से सुविधाजनक नहीं होंगी।

एक बात और बड़े महत्व की है जिसमें ज्योतिष पार्थिव भौतिकी से भिन्न है क्योंकि वह पूर्णतया दृष्टि पर ही निर्भर है। जनसाधारण के विचार और पुरानी नीतिनी दोनों में ही बल की कल्पना का प्रयोग होता है क्योंकि उत सामान्य अनुभूतियों के साथ सम्बद्ध होने के कारण सुबोध मालूम पड़ता है। जब हम चलते हैं तो हमारे पुट्टों से सम्बद्ध जो अनुभव होता है वह उस समय नहीं होता जब हम स्थिर बैठे हो। उन दिनों जब सामान्य ज्ञान के पार्थिव साधना का आविष्कार तो नहीं हुआ था परन्तु लोग अपनी गान्तियों में बैठकर यात्रा कर सकते थे और वे घाड़ों को परिश्रम करते स्वयं देख सकते थे जो बल उत्पन्न करता लगातार यजस मनुष्य लगाता है। मान अनुभव से प्रत्येक व्यक्ति जानता था कि खींचना या धक्का देना और रोक जाना या धक्का खाना क्या होता है। इन सुपरिचित तथ्यों के कारण ही बल गति विज्ञान का स्वाभाविक आधार मालूम पड़ता था। परन्तु गुरुत्व के गुरुत्व नियम के कारण एक कठिनाई उत्पन्न हो गई। विलियम की दो गेंदों के बीच का बल तो ग्रामिणी से समझ में आ जाता था क्योंकि हम जानते हैं कि किसी दूसरे व्यक्ति से टक्कर होने पर क्या अनुभव होता है परन्तु पृथ्वी और सूर्य के बीच का बल तो रहस्यपूर्ण ही लगता था क्योंकि वे एक-दूसरे से लगभग दूना नौ करोड़ मील की दूरी पर हैं। गुरुत्व की स्वयं यह दूर से जितना असम्भव लगती थी उसका विरोध था कि ऐसी कोई शक्ति है जिसमें सूर्य का प्रभाव प्रहा तक पहुँचता है। परन्तु ऐसी किसी भी विधि का पता नहीं चला और गुरुत्व एक पहली ही रहा। वास्तविकता यह है कि बल की संकल्पना ही गलत है। सूर्य ग्रही पर कोई बल नहीं डालता। आइन्स्टाइन के गुरुत्व नियम के अनुसार यह हमें बात पर ध्यान देने हैं कि उनके आग-नाग क्या है। इसका प्रभाव किस प्रकार पड़ता है यह अगण एक अध्ययन में समझाया जाएगा इस समय तो हमारा उद्देश्य केवल बल की धारणा का दृष्टिकोण बदलना है। यह धारणा स्पर्शोद्भिद के कारण उत्पन्न अणुपरमाणु अनुभवा के कारण आई थी।

जब-जब भौतिकी में प्रगति हुई यह अधिकाधिक स्पष्ट होता गया कि पदार्थ-सम्बन्धी मूल धारणाओं के ज्ञान में स्वयं की तुलना में दृष्टि कम भ्रामक है। विलियम की गेंदों के बीच टक्कर में जो सरलता दिखाई पड़ती है वह विनियुक्त माना जाता है। वास्तव में विलियम की गेंदों में कोई भी एक-दूसरे को स्पर्श नहीं करती। इसमें तो कुछ होना है वह जितना जटिल है कि उनकी संकल्पना करना ना-संभव है और जहाँ साधारणतः माना जाता है कि उनकी

तुलना में वह टक्कर उस घूमवैतु के अधिक समान है जो सौरतंत्र में घुम कर पुन वापस बाहर निकल जाता है।

अब तक हमने जो कुछ भी कहा है वह आइन्स्टाइन के आपत्तिकता सिद्धांत से पहले भी भौतिकीविद मानते थे। वस्तु की गणितीय दृष्टि में माना जाता था और साधारणतः यह माना जाता था कि गति केवल एक आपत्तिक घटना है—अर्थात् जब दो पिण्डों की आपेक्षिक स्थिति में परिवर्तन होता है तब हम यह नहीं कह सकते कि उनमें से एक गतिमान है और दूसरा स्थिर है। क्योंकि इस घटना में केवल उनकी आपेक्षिक स्थिति में परिवर्तन होता है। परंतु भौतिकी की वास्तविक प्रणाली का इन नये निष्कर्षों का साथ सुमंगल बनाने के लिए बड़े परिश्रम की आवश्यकता थी। यूटन के समय आपत्तिक आकाश और काल में भी विश्वास रखता था। उसने अपनी तकनीकी विधियाँ में उनका समावेश किया और उनकी विधियाँ बड़ी रही जो बाद के भौतिकीविदों की थी। आइन्स्टाइन ने एक नई प्रणाली का आविष्कार किया जिसमें यूटन की परिवर्तनानुसारी का उपयोग नहीं किया गया था। परंतु ऐसा करने में उस आकाश और काल-सम्वन्धी उन पुराने विचारों में मूल रूप से परिवर्तन करना पड़ा था जो अति प्राचीन काल से अकाट्य रूप से चले आ रहे थे। उसके सिद्धांत की सबसे कठिन और सरसंशोधक बात यही है। उसके सिद्धांत का समझने से पहले कुछ परिचयात्मक बातें बताना आवश्यक है। अगले दो अध्यायों में हम इसी पर विचार करेंगे।

वास्तविक घटना और प्रेक्षित घटना

एक प्रकार के श्रेष्ठ व्यक्ति को यह कहने का मौक़ है कि हरक चीज़ आपेक्षिक है। यह तो निरपेक्ष ही है क्योंकि यदि हरक चीज़ आपेक्षिक हो तो वह स्वयं किम्वे सापेक्ष होगी। फिर भी, बिना किसी तत्त्वमीमासीय उलझन में पड़े यह कहा जा सकता है कि इस भौतिक सत्ता में हर चीज़ प्रेक्षक के सापेक्ष है। यह दृष्टिकोण चाह सही हो या गलत परन्तु 'आपेक्षिकता सिद्धांत' में भाग्य नहीं है। सम्भवतः यह नामकरण ठीक नहीं है इससे दार्शनिक और अनिश्चित लोग दोनों ही भ्रम में पड़ जाते हैं। वे साबित लगते हैं कि नया सिद्धांत भौतिक सत्ता की हर चीज़ को सापेक्ष सिद्ध करता है जब कि इसके विपरीत इस सिद्धांत में सभी सापेक्ष चीज़ों का बहिष्कार करते हैं और भौतिक नियमों का एका रक्षित हैं कि वे प्रेक्षक की परिस्थिति पर किसी भी प्रकार से निर्भर न हों। यह तो सत्य है कि प्रेक्षक को जो कुछ दिखाई पड़ता है उस पर इन परिस्थितियों का जितना प्रभाव पड़े सोचा जाता था उससे अधिक ही पड़ता है परन्तु इसका साथ-साथ आइंस्टाइन ने यह बताया कि इस प्रभाव की किस प्रकार पूर्णतः उपेक्षा की जा सकती है। उनके सिद्धांत में जो कुछ भी आश्चर्यजनक है उसका मुख्य स्रोत यही है।

यदि हाँ व्यक्ति एक ही घटना का देखने हैं तो उनके बोध में कुछ समानताएँ होंगी और कुछ भिन्न होया। दैनिक जीवन की आवश्यकताओं की दृष्टि से ये भिन्न दुर्बोध हो जायेंगे क्योंकि व्यावहारिक दृष्टिकोण से ये भिन्न महत्त्वपूर्ण हैं। एक व्यक्ति जब किसी घटना को देखता है तो दूसरा व्यक्ति जब उसी घटना को देखता है तो उनके बोध में जो भिन्न है उसका विभिन्न वर्णन पर मनोविज्ञान और भौतिकी अपने-अपने दृष्टिकोण में आधार देने के लिए काम्य हो जाते हैं। इनमें से कुछ भिन्न तो प्रत्यक्ष या मन में भिन्न होने के कारण होते हैं कुछ इन्द्रिया में भिन्न के कारण और कुछ भौतिक परिस्थितियों में भिन्न के कारण होते हैं। इन तीन प्रकार के भिन्नता का वर्णन मनोवैज्ञानिक धारणा क्रियात्मक और भौतिक कहा जा सकता है।

हम जानते हैं कि यदि किसी सुपरिचित भाषा में कोई बात बही जाए तो वह स्वभावतः मुनी जाएगी, परंतु यदि उतनी ही जोर से कोई बात किसी अज्ञात भाषा में बही जाए तो शायद उस पर ध्यान न जाए। आल्प्स पर दो व्यक्तियों में से एक उसके सो-दय और दुःखा को ही देखता है जबकि दूसरा व्यक्ति जल प्रपात की ओर ध्यान देता है कि इनसे शक्ति कैसे प्राप्त की जा सकती है। ऐसी अंतर मनोवैज्ञानिक हैं। एक निवृत्त दृष्टि वाले और एक दूर दृष्टि वाले व्यक्ति का अंतर तथा एक ठीक सुनने वाले और एक बहरे व्यक्ति का अंतर शरीर त्रिधात्मक है। इनसे हमारा कोई सम्बन्ध नहीं है और मैंने इसका उल्लेख यहां केवल इसलिए किया है कि इन्हें छोड़ा जा सकता है। हमारा सम्बन्ध तो केवल भौतिक अंतर से है। यदि हम प्रेक्षक के स्थान पर कैमरा और अभिलेख यंत्रों का प्रयोग करें तो दो प्रेक्षकों के भौतिक अंतर का स्थायी रूप में बनाए रख सकते हैं और उसे किम या ग्रामोफोन के रूप में प्रस्तुत कर सकते हैं। यदि दो व्यक्ति किसी तीसरे व्यक्ति का बालते हुए सुन रहे हैं और उनमें से एक व्यक्ति दूसरे की तुलना में बोलने वाले के निकट है तो उसे दूसरे की तुलना में आवाज कुछ तज सुनाई पड़ेगी और कुछ जल्दी भी। यदि दो व्यक्ति एक गिरत हुए वस्तु को देख रहे हों तो वे उसे भिन्न-भिन्न कोण पर देखेंगे। ये दोनों प्रकार के अंतर अभिलेख यंत्रों द्वारा भी समान रूप से प्राप्त हो सकते हैं। ये प्रेक्षकों की भ्रम के कारण नहीं हैं बल्कि भौतिक प्रकृति में ऐसा साधारणतः होता ही है और हम इसका अनुभव करते हैं।

साधारण व्यक्ति की भांति ही भौतिकीविद् भी समझता है कि प्रत्यक्ष ज्ञान में उसे इस बात की जानकारी प्राप्त होती है कि उसके निजी अनुभवों के प्रतिरिक्त भौतिक सत्ता में वास्तव में क्या हो रहा है। भौतिकीविद् होने के नाते वह भौतिक सत्ता को एकमात्र मानवी स्वप्न न मानकर उसे वास्तविक मानता है। उदाहरण के लिए समुचित स्थिति में जब कोई भी व्यक्ति मूय की दृष्टि कर सकता है और मूय का फोटोग्राफी की उन प्लेटों पर भी देखा जा सकता है जो इसी उद्देश्य से रखी गई हों। भौतिकीविद् यह सोचने के लिए बाध्य हो जाता है कि जो कुछ लोग न मूय या जो उसके फोटो में देखा है उसका प्रतिरिक्त भी कोई घटना अवश्य घटती है। हालांकि यह बात स्वयं स्पष्ट मालूम पड़ती है पर मैंने इस पर जोर दिया है क्योंकि कुछ लोगों का विचार है कि आइन्स्टाइन ने इसमें कुछ मशोधन किया है। वास्तव में उन्होंने ऐसा कुछ नहीं किया।

यदि भौतिकीविद् यह सही मानता है कि कई लोग एक ही भौतिक घटना का देख सकते हैं तो स्पष्ट है कि भौतिकीविद् का सम्बन्ध वही घटना के वस्तुतः उन लक्षणों से है जो सब प्रेक्षकों के लिए समान हैं क्योंकि अर्थ लक्षणा का

घटना का अपना नहीं माना जा सकता । कम-से-कम भौतिकीविद् का एक लक्षण तक ही सीमित रहना चाहिए जो समान रूप से अच्छे प्रेक्षकों के लिए समान हो । सूक्ष्मदर्शी या दूरदर्शी का उपयोग करने वाला प्रेक्षक अच्छा रहता है क्योंकि जो अर्थ सब लोग देखते हैं वह उसको तो देखता ही है उसके अतिरिक्त भी वह बहुत कुछ देखता है । एक सुधाही फोटोग्राफी प्लेट इससे भी अधिक 'देख' सकती है इसलिए वह आँख के मुकाबले अच्छी मानी जाती है । परन्तु दृश्यभूमिका में अन्तर या प्रतीयमान आकार के अन्तर, जो दूरियाँ में अन्तर के कारण होते हैं ऐसे अन्तर हैं जो स्वयं वस्तु के कारण नहीं हैं ये पूर्णतया प्रक्षेप के दृष्टिकोण की ही उपज हैं । वस्तुओं के बारे में अनुमान करते समय सामान्यतः इन पर ध्यान नहीं दिया जाता । भौतिकी में यही प्रथम कदम आगे तक जारी रखते हैं परन्तु मूल सिद्धांत यही है ।

मैं यहाँ पर यह स्पष्ट कर देना चाहता हूँ कि यहाँ पर किसी प्रकार की अनुदता से हमारा ज़रा भी सम्बन्ध नहीं है । यहाँ पर हमारा सम्बन्ध किसी घटना के विभिन्न कोणों से सही-मही अभिलेखित विवरणों के शुद्ध भौतिक अन्तरो से है । जब कोई व्यक्ति बहुत दूर चलता है तो वे लगाने जो उनका बहुत पास नहीं हैं ध्वनि सुनने से पहले उसकी दमक देखते हैं । इसका कारण उनकी दृष्टियों का कोई दोष नहीं है बल्कि इसका कारण यह है कि ध्वनि का वेग प्रकाश के वेग से कम होता है । प्रकाश की चाल इतनी अधिक है कि पृथ्वी-तल पर किसी घटनास्थल से आने वाले प्रकाश को तात्कालिक ही माना जा सकता है । पृथ्वी पर जब हम कुछ देखते हैं तो वह लगभग उसी समय होता है जब हम उस देखते हैं । प्रकाश एक सेकण्ड में 300 000 किलोमीटर (लगभग 186 000 मील) चलता है । यह मूल से पृथ्वी तक लगभग आठ मिनट में आता है और तारा से पृथ्वी तक आने में 4 वर्ष से ज़्यादा सौ करोड़ वर्ष तक का समय लग जाता है । परन्तु यदि हम मूल पर पड़ी रस्ते और वहाँ पर ग्रीनविच माध्य समय के अनुसार 12 बजे एक प्रकाश दमक प्रेषित करके उसे यहाँ 12 बजेकर 8 मिनट पर प्राप्त करके प्रकाश का वेग मापना चाहें तो यह सम्भव नहीं है । प्रकाश का वेग मापने के लिए हमारा विधि तो लगभग पराग ही होगी । सबसे सीधी विधि यह है जो ध्वनि के लिए प्रयुक्त की जाती है जिसमें प्रतिध्वनि का प्रयोग करना है । हम किसी दायन तक एक प्रकाश-दमक भर्तों और दमक कि दायन से परापन्न के पश्चात् दापन हमारे पास तक लौटने में बिना समय लगा हमसे हम दापन तक का दाहरी मात्रा का समय प्राप्त हो पायगा । परन्तु पृथ्वी पर यह समय अत्यधिक कम होता है इसलिए भौतिकीविदों का अधिक जटिल विधियाँ का उपयोग करना पड़ता है परन्तु उनका मूल सिद्धांत तो वही, प्रतिध्वनि का है ।

यही सिद्धान्त रेहार म, अथ उद्देश्य से, प्रयुक्त किया जाता है। अनि-
लपु रडियो-तरंगों (जिनकी चाल प्रकाश के समान ही होती है) किसी दूर की
वस्तु तक भेजी जाती हैं जो उससे परावर्तित होकर लौटती हैं। तन्मा का
वस्तु तक जाने और वापस लौटने में जितना समय लगता है उसमें वस्तु की
दूरी परिवर्तित की जा सकती है।

हम बता दें कि दशक के दृष्टिकोण के लिए छूट देने की समस्या अभी
है कि जा भौतिकी में हमें क्या म रही है और वास्तव में ज्योतिष में तो वापर-
नियम का समय में ही इसका प्रभुत्व बना आ रहा है। यह सत्य है परन्तु कई
मिद्धान्त के पूरे परिणाम मान्य होने में पूर्व ही वे माय हो जाते हैं। अधिकांश
प्रचलित भौतिकी सिद्धान्त के माय मत नहीं जानी यद्यपि उसे मिद्धान्त-
रूप में सभी भौतिकीविदों ने मान लिया था।

कुछ ऐसे नियम थे जो दार्शनिक प्रवृत्ति का लक्षण का अटपटे लगन थे
परन्तु भौतिकीविदों के लिए माय थे क्योंकि वे व्यावहारिक रूप में कामकारी
थे। सात न द्वितीयक गुणा—रंग, धोर स्वाद गंध आदि—का व्यक्तिनिष्ठ
माना और प्राथमिक गुणा—आकार स्थिति और रूप—का भौतिक वस्तुका का
वास्तविक गुण माना था। भौतिकीविद् के नियम ऐसे ही हैं जिन इस मत का
अनुसार ही चाहिए। रंग और गौर को व्यक्तिनिष्ठ माना गया क्योंकि
उनकी तरंगें—प्रकाश या ध्वनि की तरंगें—एक निश्चित वेग से सात से
प्रेषक की ओर या मान नष्ट पहुँचती हैं। आभासी आकार दृश्यभूमि का
नियमों के अनुसार बदलत रहते हैं परन्तु ये नियम सत्य हैं और यदि वह
चाहिए आभासी आकार उपलब्ध हो तो इन नियमों की सहायता में वास्तविक
आकार का पता लग सकता है इसके अतिरिक्त जा वस्तुएं हमारे समीप हो
उनका 'वास्तविक' आकार का ज्ञान स्पष्ट में प्राप्त हो सकता है। किसी भौतिक
घटना के होने का वस्तुनिष्ठ समय उस समय से लग सकता है जब हम उस
देखते हैं। इसमें हम प्रकाश ध्वनि या तंत्रिका धाराया—परिस्थिति के अनुसार
—का प्रेषण के वेग को भी सम्मिलित कर लेते हैं। भौतिकीविदों ने व्याव-
हारिक रूप से इसी दृष्टिकोण का अपनाया था वह भौतिकीविद् होने का नाते
उन्हें किन्ना भी मनस्ताप रहा था।

यह मन सब तक चलता रहा जब तक कि भौतिकीविदों का सम्बन्ध ऐसे
दशा से नहीं गया जो पृथ्वी-तंत्र पर काम करने वाले सामान्य वेग से रहा अधिक
थ। एक एकमिसेट गाड़ी एक मील प्रति मिनट की चाल से जाती है जबकि यह
एक मिनट में कई मील चला जाता है। धूमकेतु जब सूर्य के समीप गेन है
तो उसकी चाल बहुत अधिक होती है परन्तु चकि उनका आकार बदलता
रहता है इसलिए उनकी स्थिति बहुत परिशुद्धता में माप्युक्त करना असम्भव
है। प्रयोगात्मक रूप में यह ही सबसे तेज चलने वाले पिण्डों के जिन पर गति

विज्ञान ठीक ठीक लागू किया जा सकता था। रेडियोसक्रियता और अंतरिक्ष विरणा के आविष्कार से और हाल ही में उच्च ऊर्जा वाले त्वरक उपकरणों के निर्माण से अधिक परास तक के प्रेक्षण सम्भव हो सके हैं। परमाणु से भी छोटे आकार के अलग अलग कणों को भी देखना सम्भव हो गया है जिनके वेग प्रकाश के वेग से कुछ ही कम होते हैं। इतनी अधिक चाल से चलते हुए पिण्डों का आचरण वसा नहीं होता जैसा कि पुराने सिद्धांतों के अनुसार होना चाहिए। एक बात तो यह है कि चाल के साथ-साथ द्रव्यमान एक निश्चित सूत्र के अनुसार बढ़ता जाता है। यदि कोई इलेक्ट्रॉन बहुत तीव्र गति से जा रहा हो तो उसको प्रभावित करने के लिए हल्की चाल के मुकाबले अपर्याप्त अधिक बल की आवश्यकता होगी। गति के कारण वस्तुओं के आकार में भी अंतर आ जाता है, इसके लिए भी कारण दिये गए हैं। उदाहरण के लिए एक घन लैं जो बहुत तेजी से जा रहा हो। अब जो व्यक्ति उसके साथ-साथ गति नहीं कर रहा है उसके लिए वह घन गति की दिशा में छोटा हो जाता है परंतु स्वयं अपने आपसे (अर्थात् उस प्रेक्षक के लिए जो उसका साथ ही चल रहा हो) वह उतने का उतना ही रहता है। इससे भी अधिक आश्चर्य की बात यह भी कि समय का गुजरना भी गति पर निर्भर होता है अर्थात् यदि दो बिल्कुल सही घड़ियां हो और उनमें से एक बहुत तेज चाल से जा रही हो और वे एक यात्रा के बाद पुनः साथ लाई जाएं तो उनमें एक ही समय नहीं होगा। यह प्रभाव इतना कम होता है कि अभी तक इसकी सीधी जाँच सम्भव नहीं है परन्तु अब भी हम अंतरिक्ष यात्रा में सफल होना तब इसकी जाँच सम्भव होगी क्योंकि तब इतनी लम्बी यात्रा हो सकती कि यह समय विस्तार (Time dilation) इतना अधिक हो सके कि उसे मापना सम्भव होगा।

समय विस्तार के लिए एक प्रत्यक्ष प्रमाण भी है परन्तु इसे एक भिन्न रीति से जान सकते हैं। यह प्रमाण अंतरिक्ष विरणा से मिलता है। अंतरिक्ष विरणों कई प्रकार के परमाणविक कण होते हैं जो बहुत तीव्र गति से बाह्य अंतरिक्ष में पृथ्वी के वायुमण्डल में आते रहते हैं। इनमें से कुछ कण जिन्हें हम मान सकते हैं यात्रा के दौरान ही विघटित हो जाते हैं और हम विघटन का प्रमाण सम्भव है। यह दर्शा गया कि विमान यंत्रों की गति जितनी तीव्र होगी पृथ्वी पर स्थित वस्तुओं की दृष्टि में उनका विघटन में उतना ही अधिक समय लगेगा। इस प्रकार के परिणामों में यह निष्कर्ष निकलता है कि घड़ियां और घूंटों की गड़गड़ना में प्राप्त परिणाम जिन्हें हम अत्यन्त विज्ञान का उपयोग समझते हैं वे वास्तव में हमारा अपनी परिस्थितियों पर निर्भर है अर्थात् इस बात पर निर्भर है कि दिन पिछा का माप ला जा रहा हो उन मापों द्वारा गति जितनी हो।

इसमें यह स्पष्ट होता है कि अब तक हम प्रकाश और प्रति घटना के

वास्तविक घटना और प्रेक्षित घटना

संज्ञा में जो भेद करते आए हैं, उसमें परिवर्तन करना होगा। यदि कोई व्यक्ति नीला चदमा पहने हुए है तो वह जानता है कि प्रत्येक वस्तु में उस जो नीला रंग दिखाई पड़ता है वह प्रेक्षित वस्तु का अपना नहीं है बल्कि चदमे के कारण दिखाई पड़ता है। परन्तु माना कि वह बिजली की दो दमक देखता है और अपने प्रेक्षणों के बीच की समयावधि मापूँ कर लेता है, तब यदि उसे मापूँ है कि ये दमक कहाँ कहाँ से प्रेषित की गई और वह प्रत्येक के लिए दमक के उसके पास तक पहुँचने में लगे समय की छूट दे देता है और अगर उसका क्रॉनोमीटर बिल्कुल सही है तो उसका यह सोचना स्वाभाविक ही होगा कि उसने दोनों दमकों के बीच की वास्तविक समयावधि मापूँ कर ली है और इस बात से भी हो जाती है कि जो भी अच्छे प्रेक्षक उसे मिले उन सबके परिणाम उसके अपने परिणामों से मिलते जुलते थे। परन्तु इसका कारण यह है कि ये सभी प्रेक्षक पृथ्वी पर ही हैं और सबकी गति उसी के समान है, यहाँ तक कि यदि दो प्रेक्षक वायुयानों में विपरीत दिशा में सफर कर रहें हों तो आपेक्षिक वेग अधिक से अधिक तीन हजार मील प्रति घंटा होगा जो 186 000 मील प्रति सेकण्ड (प्रकाश का वेग) की तुलना में बहुत ही कम है। यदि 170 000 मील प्रति सेकण्ड के वेग से जाता हुआ कोई इलेक्ट्रॉन दोनों दमकों के बीच का समय प्रेषित कर सके तो प्रकाश के वेग के अनुसार लगे समय का ध्यान रखते हुए वह पहले से तक से बिल्कुल निम्न परिणाम पर पहुँचेगा। पाठक पूछ सकते हैं कि आपको यह कैसे मापूँ है? आप एक इलेक्ट्रॉन तो नहीं हैं। आप इतने तीव्र वेग से नहीं चल सकते किसी भी वैज्ञानिक ने आज तक ऐसे प्रेक्षण नहीं किए जिनमें आपके बयान की सत्यता सिद्ध हो सके। फिर भी जसा कि हम आगे देखेंगे इस बयान के लिए काफी प्रमाण हैं। इसका प्रमाण एक तो प्रायोगिक है और इसका दूसरा प्रमाण जो बड़ा अद्भुत है, तकमगन है और जो पहले कभी भी प्रस्तुत किया जा सकता था, परन्तु उस समय तक प्रस्तुत नहीं किया गया जब तक कि पुराने सिद्धान्त प्रयोग द्वारा गलत सिद्ध नहीं हो गए।

एक ऐसा सामान्य सिद्धांत भी है जो आपेक्षिकता सिद्धान्त के भी समान है। जितना कि माना जाता है वह उससे कहीं अधिक प्रभावशाली है। यदि आप जानते हैं कि एक व्यक्ति किसी दूसरे व्यक्ति से दुगुना धनी है तो चाहे आप उनके धन को पोंड में मापें, या डॉलर पाक या किसी भी मुद्रा में मापें, एक व्यक्ति दूसरे से दुगुना ही धनी रहेगा। उनके धनों की व्यवस्था करने वाली सत्त्वाएँ तो बदलती रहेंगी परन्तु एक सत्त्वा दूसरी की सदा दुगुनी रहेगी। इसी प्रकार की चीज कुछ जटिल रूप में भौतिकी में भी पाती है। चूंकि प्रत्येक गति आपेक्षिक है इस-लिए आप स्वेच्छा से किसी भी पिण्ड का निर्देश के लिए मानक पिण्ड मान

सकत है और बाकी सड़की गति इनके सापेक्ष में मापेंगे। यदि आप किसी रेलगाड़ी में हो और आप उठकर डाइनिंग कार तक जाएं तो आप एक क्षण के लिए रेलगाड़ी को स्थिर मानते हैं और अपनी गति उनसे सापेक्ष ही धारित है। परंतु जब आप अपनी यात्रा के बारे में सोच रहे हों आप पृथ्वी को स्थिर मानते हैं और आप कहते हैं कि हम 60 मील प्रति घंटा का चाल से जा रहे हैं। एक ज्योतिषण जिसका सम्बन्ध सौर-तंत्र से है सूर्य को स्थिर मानता है और आपका धूँधल तथा परिक्रमा करता हुआ मानता है। इन गति की तुलना में रेलगाड़ी की गति अपनी मंद है कि वह कुछ भी नहीं है। सार्वभौम ब्रह्माण्ड में यदि रखने वाला ज्योतिषण तारा की ओर की गति के सापेक्ष सूर्य की गति भी इसमें जोड़ देगा। आप अपनी गति को मालूम करने का इन विधियों में किसी एक का बाका दूसरी विधियों की तुलना में अच्छी नहीं कह सकते, निर्देश पिण्ड को निर्दिष्ट कर लेने पर इनमें सप्रत्यक्ष विधि पूर्ण सही है। जिस प्रकार आप किसी व्यक्ति के घन का विभिन्न प्रकार की मुद्रा में मूल्यांकन कर सकते हैं परंतु दूसरे व्यक्तियों की तुलना में उसका घन में कोई अंतर नहीं पड़ता उसी प्रकार आप एक ही पिण्ड की गति विभिन्न निर्देश पिण्डों के सापेक्ष मालूम कर सकते हैं परंतु अन्य गतियों के साथ उससे सम्बन्ध में कोई अंतर नहीं पड़ता। और वह कि भौतिकी में सम्बन्ध ही प्रधान हैं इसलिए भौतिकी के सभी नियमों का किसी एक पिण्ड की सभी गतियों में सप्रत्यक्ष को मानकर व्यक्त किया जाना सम्भव होना चाहिए।

इसी बात को हम दूसरे ढंग से कह सकते हैं। भौतिकी का अभिप्राय यह है कि भौतिकी हमारे के बारे में सब कुछ पृथक् पृथक् प्रेक्षकों के व्यक्तिगत अनुभवों के बजाय हमारे सूचना के कि भौतिकी संसार में वास्तव में क्या होता है। इसलिए भौतिकी का सम्बन्ध भौतिकी प्रक्रम के केवल एक लक्षण से होना चाहिए जो सभी प्रक्रमों के लिए समान हो कि वह एक लक्षण ही भौतिकी घटना के अपने मान को देती है। इसके लिए यह आवश्यक है कि घटना सम्बन्धी नियम एक-सही होना चाहिए चाहे घटना का एक प्रेक्षक के दृष्टिकोण से व्यक्त किया गया हो चाहे दूसरे के दृष्टिकोण से। यह अंश मिथ्या ही नभस्त आपत्तिका मिथ्या का बड़ावा देने वाला उद्देश्य है।

अभी तक हमने भौतिकी घटना के जिन गुणों का स्थानिक (Spatial) और कालिक (Temporal) माना है वे एक बड़े हार्तक प्रक्रम पर निर्भर पाए गए हैं कि वह कब कब कुछ ही गुण घटना के अपने मान को देती हैं। कब न दृष्टिगत गुण हैं किसी एक भौतिकी नियम के सूचक में प्रयुक्त हो सकते हैं जिसके साथ हीन का सम्भावना प्रागनुभविक है। आन्तरिकता के पाम तुरंत प्रमाण के लिए गुण लक्षित का उपकरण या जिस टैक्सर मिथ्या कहते हैं। उनका ग्राह्यता में वह एक नियमों का आविष्कार करने में सफल होगा

घातविक घटना और प्रेरित घटना

जो वस्तुनिष्ठ घटनाएँ गुणों पर आधारित थे और प्रचलित नियमों के भी समुचित अनुकूल थे। जहाँ जहाँ घातविक घटना के नियम प्रचलित नियमों के समुचित अनुकूल थे व सभी प्रेरणों के अनुकूल निष्ठ हुए हैं।

यदि भौतिक सगार में कोई सत्य न होता तो वह एकमात्र विभिन्न व्यक्तियों द्वारा दत्त गए स्वप्न जगा ही जाता, और उसमें ऐसे नियमों का होना सम्भव न होता जिनसे हम एक व्यक्ति के स्वप्न और दूसरे व्यक्ति के स्वप्न में सम्बन्ध स्थापित कर सकें। एक व्यक्ति के प्रत्यक्ष ज्ञान और दूसरे व्यक्ति के (संगम) समानिक प्रत्यक्ष ज्ञान में निश्चित सम्बन्ध होने से ही यह विद्वान् हा जाता है कि विभिन्न सम्बन्धित प्रत्यक्ष ज्ञान का एक ही वास्तविक होना चाहिए। एक ही घटना के बारे में विभिन्न व्यक्तियों के प्रत्यक्ष ज्ञानों में जो समानताएँ और भेद हैं उन्हें भौतिकी की महायत्ना से समझा जा सकता है। व ठीक वैसे नहीं हैं जमा कि हम उन्हें मानन प्राप्त हैं क्योंकि यदि प्रत्यक्ष प्रत्यक्ष देखा जाए तो न तो दिव और न वास्तव ही पूर्णतः वस्तुनिष्ठ है। इन दोनों का मध्यम दिक्काल वस्तुनिष्ठ है। इसका समझना सरल नहीं है फिर भी इसके लिए प्रयत्न करना चाहिए। यह हम अपने अध्ययन में आरम्भ करेंगे।

जो वस्तुनिष्ठ दृष्टिगुणों पर आधारित थे और प्रचलित नियमों के भी लगभग अनुकूल थे। जहाँ जहाँ आइंस्टाइन के नियम प्रचलित नियमों के प्रतिकूल थे वे सभी प्रेरणा के अनुकूल सिद्ध हुए हैं।

यदि भौतिक संसार में कोई सत्य न होना तो वह एकमात्र विभिन्न व्यक्तियों द्वारा देखे गए स्वप्न जमा ही होता और उसमें उस नियम का होना सम्भव न होता जिनसे हम एक व्यक्ति के स्वप्न और दूसरे व्यक्ति के स्वप्न में सम्बन्ध स्थापित कर सकें। एक व्यक्ति के प्रत्यक्ष ज्ञान और दूसरे व्यक्ति के (लगभग) समक्षणीक प्रत्यक्ष ज्ञान में निकट सम्बन्ध होने से ही यह विश्वास हो जाता है कि विभिन्न सम्बन्धित प्रत्यक्ष ज्ञान का एक ही वास्तव स्वरूप होता है। एक ही घटना के बारे में भिन्न व्यक्तियों के प्रत्यक्ष ज्ञान में जो समानताएँ और भेद हैं उन्हें भौतिकी की सहायता से समझा जा सकता है। व ठीक वैसे नहीं हैं जमा कि हम उन्हें मानने आए हैं क्योंकि यदि अलग अलग देखा जाए तो न तो दिक् और न काल ही पूर्णतः वस्तुनिष्ठ है। इन दोनों का मिश्रण दिक्-काल वस्तुनिष्ठ है। इसका समझना सरल नहीं है फिर भी इसके लिए प्रयत्न करना चाहिए। यह हम अगले अध्याय में आरम्भ करेंगे।

प्रकाश का वेग

घोरेलिया गिड़ान में ज़िगी भी ज़िबिज घाँटे है उनमें मेरी ... का सम्बन्ध प्रकाश के वेग से है। यदि प्रकाश तभी सम्पूर्ण गुरुत्वाकर्षण का कारण समझा जाय तो उन्हें गुरुत्वीय प्रकाश का घातकता के कारण का बुरा मान होता मान्य है।

यह तथ्य कि प्रकाश एक निश्चित वेग से प्रगति (चलता) करता है सबसे पहले ज्योतिष-शास्त्री प्रकाश द्वारा विचारित हुआ था। बृहस्पति के चन्द्रमाया में कभी-कभी बहस्पति से ग्रहण हो जाता है और इसका परिचयन करता रहता है कि घूर्णन क्या होगा। यह देखा गया कि जब बहस्पति पृथ्वी के समान अधिक समीप था तब उससे एक चन्द्रमा का ग्रहण प्रत्यागित समय से कुछ मिनट पहले ही हो गया था और जब बहस्पति पृथ्वी से दूर था तब ग्रहण प्रत्यागित समय से कुछ मिनट बाद हुआ। यह बात हमें कि समय का यह अंतर यह मानकर समझाया जा सकता है कि प्रकाश का एक निश्चित वेग होता है। इसलिए जब हम बहस्पति की किसी घटना का दृश्य हैं तो यह वास्तव में कुछ समय पहले घटी थी और जब बहस्पति प्रपञ्चावृत अधिक दूर था तो पारा वाली स्थिति में मुकाबल और भी पहले घटी होगी। सौरतंत्र के अन्य भागों में इसी प्रकार की घटना की व्याख्या करने के लिए भी प्रकाश का वेग ज्ञात होना चाहिए। इस प्रकार यह माना गया कि निम्न में प्रकाश सदा एक निश्चित स्थिर वेग से चलता है यह वेग ठीक 300 000 किलोमीटर प्रति सेकण्ड है। (एक किलोमीटर लगभग 5/8 मील के बराबर होता है)। जब यह सिद्ध हो गया कि प्रकाश तरंग रूप है तो यह वेग ईश्वर के तरंगों के संचार का वेग ही हुआ। यह माना जाता था कि तरंगों ईश्वर में चलती हैं परन्तु अब ईश्वर का अस्तित्व कुछ सन्देहजनक माना जाता है यद्यपि तरंगों तो हैं ही। रेडियो-तरंग (जो प्रकाश-तरंगों की भाँति हैं, पर कुछ दीर्घ होती हैं) और ऐक्स किरणों (जो प्रकाश-तरंगों की तरह हैं परन्तु लघु) का वेग भी इतना ही होता है। अब सामान्यतः यह माना जाता है कि गुरुत्वाकर्षण भी इसी वेग से संचारित होता है। (आपक्षिप्ता सिद्धांत

मे पहले यह माना जाता था कि गुरुवाक्पण का गचार तत्काल ही होता है, परन्तु अब यह बात माय नहीं है।)

अभी तब तो सब ठीक चल रहा था। परन्तु जब बहुत शुद्ध माप लेना अभ्यस्य मित्र हुआ तब कठिनाइयाँ बढ़नी शुरू हो गई। यह माना गया था कि तरंगें ईथर में हाती हैं तो उनका वेग ईथर के सापेक्ष होना चाहिए। परन्तु हम स्पष्ट रूप से जानते हैं कि ईथर (यदि है तो) आकाशीय पिण्डों की गति में कोई परिवर्तन उत्पन्न नहीं करता इसलिए यह मानना स्वाभाविक है कि ईथर उनके साथ गति नहीं करता। यदि पृथ्वी को बहुत से ईथर का माप घबलना पड़ता, ठीक उसी प्रकार जस किसी स्टीमर को बहुत माग पानी माग घबलना पड़ता है तो उसे पानी स्टीमर पर प्रतिरोध डालता है उसी प्रकार ईथर के कारण भी प्रतिरोध होना चाहिए। इसलिए सामान्य विचार यह था कि जब हवा किसी छलनी से होकर निकल जाता है उसी प्रकार ईथर सभी वस्तुओं से बिना किसी कठिनाई के गुजर मरता है। यदि ऐसा होता तो अपनी कक्षा में पृथ्वी का ईथर के सापेक्ष वग होना चाहिए। यदि क्या में किसी स्थान पर पृथ्वी का वग ठीक ईथर के समान हो तो किसी अन्य स्थान पर वह ईथर में से तीव्र वग से जा रही होगी। यदि किसी दिन पवन तीव्र हो और आप एक वृत्ताकार रास्ते पर घूमने जाएँ तो चाह पवन की दिशा कुछ भी हो कुछ दूर के लिए पवन की दिशा आपके विरुद्ध अवश्य होगी। यही भी सिद्धान्त वही है। इससे यह निष्पन्न निकला है कि यदि आप छ महीने के अंतर से कोई दो दिन लें जब कि पृथ्वी अपनी कक्षा में विपरीत दिशा में होगी तो वह इनमें से किसी एक दिन निश्चय ही धर वायु में विपरीत दिशा में होगी।

अब यदि ईथर वायु का अस्तित्व है तो यह स्पष्ट है कि पृथ्वी पर किसी प्रेक्षक के सापेक्ष प्रकाश-मन्दत वायु की पार दिशा की अपेक्षा ईथर वायु के माथ-सान तेज गति से चलते प्रतीत होंगे और वायु की विपरीत दिशा की तुलना में उसके पार अधिक ताव प्रतीत होंगे। मादकत्सर्जन और मागों अपने सुविख्यात प्रयोग से इसी बात की जाँच करना चाहते थे। उन्होंने दो परस्पर लम्ब दिशाओं में प्रकाश सन्धेत्त भेजे, प्रत्येक प्रकाश किरण एक दपण में परावर्तन के पश्चात् उसी स्थान पर वापस आता है जहाँ से प्रकाश-मन्दत भेज गया था। नदी में धारा के विरुद्ध कुछ दूरी तक जान और वापस लाने में जितना समय लगता है वह उस समय में अधिक होगा जो उतनी ही दूरी तब धारा के पार जान और वापस लौटने में लगता है। यह बात कोई भी व्यक्ति प्रयोग या गणित द्वारा प्रमाणित कर सकता है। इसलिए यदि बाद धर वायु हाती तो प्रकाश के सन्धेत्त—जो ईथर में चलने वाली तरंगें ही हैं—में एक को स्पष्ट तब जान और वापस लौटने में दूसरे की अपेक्षा कम समय लगना

चाहिए था। माइबलर और मार्को ने यह प्रयोग किया, उठाने में प्रयोग कई भिन्न स्थितियों में किया और उन्होंने यह प्रयोग कई बार किया। उनका उपकरण इतना यथाथ था कि वे घात के इस प्रत्यागित अंतर या इगने भी कम अंतर, यदि कोई अंतर होता तो अवश्य माप सक्ते थे। परन्तु कोई गम्भानिगून्य अंतर भी दिखाई नहीं पड़ा। इसका परिणाम उनका लिए तथा हरेक के लिए आवश्यकता था परन्तु बार-बार टीक में प्रयोग करने पर इसमें कोई सन्देह नहीं रह गया। सबसे पहला प्रयोग 1881 में किया गया था तथा अधिक अच्छे ढंग से 1887 में पुनः दोहराया गया परन्तु इसका सही ध्याना कई वर्ष बाद ही हो सकी।

यह अभिधारणा कि पृथ्वी अपने सापेक्ष आस-पास के ईश्वर का भी लक्ष्य करती है असम्भव सिद्ध हुई। इसका कई कारण थे। पतनस्वरूप इसमें एक स्वाभाविक निधिलना था कि जिसका निवारण करने के लिए भौतिकी विज्ञान पहले तो स्वेच्छ परिवर्तनाएँ प्रस्तुत कीं। इसमें सबसे महत्वपूर्ण फिट्सजरल्ड की भी जिसका सार्वजनिक ने विचार किया। इस फिट्सजरल्ड की आधुनिक परिवर्तना कहते हैं।

इस परिवर्तना के अनुसार जब कोई पिण्ड गतिमान हो तो वह गति की दिशा में आधुनिक हो जाता है। यह आधुनिक पिण्ड के क्षेत्र पर निर्भर करता है। आधुनिक की मात्रा इतनी थी कि माइबलर मार्को प्रयोग के नकारात्मक परिणाम टीक से सम्बन्ध में आ सकें। भूमी में घारा के विरुद्ध और आपस यात्रा वास्तव में घारा के पार वाली यात्रा से छोटी थी और केवल इतनी ही छोटी थी कि माइ प्रकाश-तरंग भी यह यात्रा उतने ही समय में पूरी कर सकें। यह सत्य है कि इस आधुनिक को मापना सम्भव नहीं है क्योंकि मापक-दण्ड स्वयं विकृत जायगा। जब घुटे को यदि पृथ्वी की गति की दिशा में रखा जाए तो उसकी लम्बाई, उस लम्बाई से कम होगी जो उसे पृथ्वी की गति से सम्बन्धित दिशा में रखने पर होगी। यह विचार इतना किसी से भी नहीं मिलता जितना कि ग्रेहाउट नाइट की योजना से जिसके अनुसार अपनी गलतू छोटी को हरा रंगों और इतने बड़े पक्षों का प्रयोग करो कि वे दिखाई ही न दें। मजे की बात यह थी कि यह योजना बहुत सफल सिद्ध हुई। बाद में (1905) जब आइन्स्टाइन ने अपना आपेक्षिकता का विशिष्ट सिद्धांत प्रस्तुत किया तो यह परिवर्तना एक दृष्टि से सही पाई गई, परन्तु एक ही दृष्टि से। इसका अभिप्राय यह है कि वह कल्पित आधुनिक वास्तविक नहीं है बल्कि मापन पद्धति ही कुछ ऐसी है। एक बार सही दृष्टिकोण प्राप्त हो जाने पर मान्य होगा कि ऐसी मापन-पद्धति लाना कुछ आवश्यक ही हो जाता है। परन्तु मैं अभी से आइन्स्टाइन द्वारा दिये गए इस समस्या के हल को प्रस्तुत नहीं करूँगा। अभी तो मैं स्वयं इस गुप्ती के स्वरूप को ही स्पष्ट रूप से बताना चाहता हूँ।

प्रकाश का वेग

तत्काल मानी हुई दम परिवर्तन को छोड़कर भी माइक्सन मोर्ली प्रयोग (और इसके साथ के अ्य प्रयोगों) से इतना तो स्पष्ट होता ही है कि प्रकाश का वेग सभी दिशाओं में समान है, तथा यह बात पूरे ब्रह्म के लिए सत्य है, यद्यपि सूर्य की परिभ्रमा करने के कारण पृथ्वी की दिशा सदा बदलती रहती है। इसके प्रतिनियत यह भी स्पष्ट था कि यह केवल पृथ्वी के लिए ही सत्य नहीं थी बल्कि सभी पिण्डों के लिए सत्य थी। यदि किसी पिण्ड से प्रकाश किरणें भेजी जाती ह, तो चाहे पिण्ड की गति जो भी हो—ब्रह्म से ब्रह्म पिण्ड के साथ-साथ जात हुए प्रेक्षक के लिए तो—वह पिण्ड, बाहर जाती हुई तरंगों के समुद्र पर ही रहेगा। इन प्रयोगों का स्पष्ट और स्वाभाविक अर्थ यही था और आइंस्टाइन ने जिस सिद्धांत का आविष्कार किया वह इसका अनुकूल था। परंतु आरम्भ में यह स्पष्ट और स्वाभाविक अर्थ अमंजब माना गया था।

कुछ उदाहरणों से यह स्पष्ट हो जायगा कि सत्य कितन विचित्र है। जब एक गोला छोड़ा जाता है तो वह ध्वनि से भी तेज वेग से जाता है। जिन लोगों पर यह छोड़ा गया वे पहले दमक देखते हैं, इसके बाद (यदि वे भाग्यशाली हों) वे गोले को पटता हुआ देखेंगे और अंत में ध्वनि सुनेंगे। यह स्पष्ट है कि यदि गोले पर कोई ब्रह्मिक प्रेक्षक सवार हो सके तो वह ध्वनि को कभी भी नहीं सुन पाएगा क्योंकि ध्वनि के उसके पास तक पहुँचने से पहले गोला पट जाएगा और वह व्यक्ति जीवित नहीं रहेगा। परंतु यदि ध्वनि प्रकाश वाले सिद्धांत का अनुकरण करे तो वह प्रेक्षक सभी ध्वनि ऐसे सुन सकेगा मानो वह स्थिर हो। इस स्थिति में यदि आपने पास कोई ऐसा पट्टा हो जिससे प्रतिध्वनि उत्पन्न हो सके, और उसे गोले के साथ जोड़ दिया जाए, उदाहरण के लिए, ऐसे दग से कि वह गोले से 100 गज की दूरी पर गोले के साथ-साथ चलता रहे तो वह प्रेक्षक ध्वनि की प्रतिध्वनि ऐसे ही सुनता रहेगा मानो वह स्वयं और गोला दोनों स्थिर अवस्था में हों। ऐसा प्रयोग सम्भव नहीं है, परंतु दूसरे प्रयोग जो सम्भव हैं अंतर को स्पष्ट कर देंगे। हम रेल की पटरी पर कोई ऐसा स्थान ढूँढ़ लें कि वहाँ पटरी पर भागे किसी स्थान से प्रतिध्वनि आती हो—उदाहरण के लिए जब पटरी किसी सुरंग में होकर जाती है—और माना कि रेल पटरी पर से जा रही है और कोई व्यक्ति किनारे से बन्दूक चलाता है। यदि रेल प्रतिध्वनि की दिशा में जा रही हो तो रेल के यात्री किनारे वाले व्यक्ति से पहले ही प्रतिध्वनि सुन लेंगे, और यदि गाड़ी विपरीत दिशा में जा रही है तो यात्री प्रतिध्वनि बाद में सुनेंगे। परंतु ये परिस्थितियाँ ठीक माइक्सन मोर्ली प्रयोग की परिस्थितियों-जैसी नहीं हैं। उस प्रयोग के दृश्य प्रतिध्वनि का अनुरूप है और चूंकि दृश्य पृथ्वी के साथ-साथ चलते हैं इसलिए प्रतिध्वनि भी रेलगाड़ी

के साथ-साथ चली जा रही है। माना कि गाड़ के डिब्बे से गानी उतरी जाती है और प्रविष्टि इति पत्र स्थित किमी पटल में घाती है। हम यह मानते हैं कि गाड़ के डिब्बे में इति पत्र की दूरी उतनी ही है जितनी कि प्रविष्टि से किण्ड में चलती है (यानी 115 मील) और माना कि रेलगाड़ी का चाल प्रविष्टि के वेग का आरम्भ भाग (अर्थात् 60 मील प्रति घंटा) है। अब एक ऐसा प्रयोग है जिसे रेलगाड़ी में बड़े लोग कर सकते हैं। यदि रेलगाड़ी स्थिर होती तो गाड़ दो सेकिण्ड बाद प्रविष्टि में मुक्तता परतु अब तो वह 2.33 सेकिण्ड में ही प्रविष्टि में मुक्तता है। यदि उसे प्रविष्टि का वेग मानूँ तो तो हम प्रत्यक्ष (1.25) से वह गाड़ी का वेग प्राप्त कर सकेगा चाहे रात इतनी घुपली हो कि दिनार पर भी न देख सकें। परतु यदि प्रविष्टि प्रकाश की तरह का आचरण करना तो हम प्रति प्रविष्टि 2 सेकिण्ड में ही मुक्तता की चाह गाड़ी जितनी भी तब बड़ी न जा रही होती।

हम दूसरे उदाहरणों से यह स्पष्ट हो जाएगा कि—परम्परा और मान्यता दुष्टिपूर्ण से—प्रकाश के वेग से सम्बन्धित तथ्य जितने असाधारण हैं। हर कोई जानता है कि यदि आप अपनी हुई सीढ़ी (escalator) पर हैं और आप स्थिर खड़े रहने के बजाय ऊपर चढ़ना शुरू कर दें तो आप ऊपर अपभासित गीत पढ़ेंगे। परतु यदि चढ़नी हुई सीढ़ी प्रकाश के वेग से जा रही हो (यूदाय में भी इतनी तेज सीढ़ियाँ नहीं हैं) तो आप ऊपर उतने ही समय में पढ़ेंगे चाहे आप स्थिर खड़े हों या सीढ़ियों पर ऊपर चढ़ रहे हों। पुन मान लीजिए कि आप सड़क पर चार मील प्रति घंटा की गति से जा रहे हैं और उसी गति में एक मोटरगाड़ी आपके पास से होकर गुजरती है जिसकी चाल चालीस मील प्रति घंटा है। यदि आप और मोटर चलत रहें तो एक घंटे बाद आप दोना के बीच की दूरी 36 मील होगी। परतु यदि वह मोटर आपके विपरीत गति में होती तो एक घंटे बाद आप और मोटर के बीच की दूरी 44 मील होती। यदि मोटर प्रकाश के वेग से जा रही होती तो मोटर चाहे आपके साथ होती या पाम से गुजर जाती। हर हालत में वह एक सेकिण्ड बाद आपके 186 000 मील की दूरी पर पहुँच जाती। यह और किसी उम्र दूसरी मोटर से भी 186 000 मील की दूरी पर ही होगी जो इससे पहले सेकिण्ड में आपके पाम से गुजरी थी। यह असम्भव मालूम होता है। सड़क के कई विभिन्न स्थानों पर वह मोटर समान दूरी पर कस हो सकती है ?

अब हम एक दूसरा उदाहरण लें। जब कोई मक्खी किसी स्थान तालाब के तल को छूकर चली जाती है तो उसमें बोचि (हिलोर) उत्पन्न हो जाती है जिससे बृत्त बड़े होने लगे बाहर की ओर फैलते हैं। इन बृत्तों का केन्द्र वही बिन्दु होता है जहाँ मक्खी ने तल को स्पर्श किया था। यदि मक्खी तालाब के तल के ऊपर घूमती रहे तो वह बोचि के केन्द्र पर नहीं रहेगी। परतु यदि

बीच प्रकाश की तरंगें होतीं और मक्खी के बजाय कोई चतुर भौतिकीविद् जाता तो उस मालूम पड़ता कि चाहे वह बड़ी भी धूमता रहे वह हमेशा ही बीच के केन्द्र पर होता है। अभी तो यदि एक चतुर भौतिकीविद् तालाब के किनार बैठा हा तो वह यही समझेगा कि साधारण बीच की भाँति उनका केन्द्र मक्खी नहीं है बल्कि वह स्थान ही है जहाँ मक्खी ने तल का स्पर्श किया था। और यदि एक दूसरी मक्खी ने भी पानी को उसी स्थान पर और उभी क्षण छुआ होता तो वह भी बीच के केन्द्र पर ही रहेगी चाहे वह पहली मक्खी से कितनी भी दूर क्या न हो। यह माइकल्सन मर्ली प्रयोग के पूणत सद्बुद्ध हैं। तालाब ईपर के अनुरूप है, मक्खी पृथ्वी के अनुरूप है, मक्खी का तालाब के पानी को स्पर्श करना माइकल्सन और मर्ली के प्रकाश-संकेतों के अनुरूप है, और बीच प्रकाश-तरंगों के अनुरूप है।

पहली दृष्टि में तो यह परिस्थिति बिल्कुल असम्भव मालूम पड़ती है। माइकल्सन मर्ली प्रयोग 1881 में किया गया था, यदि इसकी व्याख्या 1905 तक नहीं हा मकी तो कोई आश्चर्य की बात नहीं है। जरा विचार करें कि हमने अभी तक क्या कहा है। उस व्यक्ति को सँ जा सड़क पर खड़ा है और उसका दाँस से माटर गुजरती है। मान लो कि सड़क के एक ही स्थान पर बहुत-से व्यक्ति हैं कुछ पैदल चल रहे हैं, और कुछ माटरगाड़ी में हैं। माना कि उनकी चाल भिन्न भिन्न है और कुछ एक दिशा में जा रहे हैं तो कुछ दूसरी दिशा में। मैं कहता हूँ कि यदि जहाँ वे सब हैं उस स्थान से इस क्षण एक प्रकाश की दमक छाड़ी जाए तो प्रकाश की तरंगें, उनमें से प्रत्येक से अपनी अपनी घड़ियों के अनुसार, एक सेकिण्ड पश्चात् 186 000 मील की दूरी पर होगी यद्यपि एक सेकिण्ड के बाद वे सब यात्री एक ही स्थान पर नहीं होंगे। आपकी घड़ी से एक सेकिण्ड पश्चात् वह आपसे 186,000 मील होगी और इसका जाने समय आपको जो व्यक्ति मिला था उससे भी उसकी अपनी घड़ी से एक सेकिण्ड बाद 186 000 मील की दूरी पर ही होगी यद्यपि वह व्यक्ति आपसे विपरीत दिशा में जा रहा था। यहाँ हम यह मानते हैं कि आप दानों की घड़ियाँ परम शुद्ध थीं। यह सब कैसे सम्भव हो सकता है ?

एक तथ्यो की व्याख्या एक ही प्रकार से की जा सकती है। इसके लिए यह मानना होगा कि घड़ी और घंटे भी गति से प्रभावित होते हैं। मेरा कहने का अभिप्राय यह नहीं है कि उन पर कोई ऐसा प्रभाव पड़ता है जिसे बनावट में परिशुद्धता साकर दूर किया जा सके मेरा कहना का अभिप्राय तो यह है कि यह प्रभाव कहीं अधिक मूलभूत होता है। यानी यदि आप कहें कि दो घन्टाघा १ बीच की अवधि एक घंटा है और आपका यह कथन आदश रूप से शुद्ध त्रिज्यामीटर से सी गई आदश शुद्ध माप पर आधारित है तो एक दूसरा समान परिशुद्धता वाला व्यक्ति इसी समय को एक घंटे से कम या अधिक

बताएगा बसने कि वह आपके सारे से तेज म जा रहा है। आप यह नहीं कह सकते कि एक व्यक्ति सही है और दूसरा गलत, क्योंकि यह तो एका ही है माओ एक व्यक्ति की घड़ी प्रीतिवध समय से चल रही है और दूसरे की घड़ी 'यूनाय' समय से चल रही है। यह कहे हा सकता है इसकी व्याख्या में अपने आप्याय म करेगा।

प्रकाश के वेग के सम्बन्ध में आप विलक्षण बानें भी हैं। उनमें म एक यह है कि कोई भी द्रव्यात्मक वस्तु प्रकाश के समान तेज नहीं चल सकती चाहे उग पर कितना भी बड़े-मे-बड़ा बल क्या न लगाया जाए और चाहे कम जिनमें भी समय तक क्यों न लगा रहे। इस एक उदाहरण से स्पष्ट किया जा सकता है। प्रत्यानिर्घो म कभी कभी गतिमान मचा की ऐसी श्रृङ्खला स्थान में घाती है जो धूल म गति करत रहत हैं। उनमें म एक बाहर वाला चार मान प्रति घण्टा की दर से जाता है उसमें घगला इस पहले बाल की तुलना म चार मील प्रति घण्टा अधिक तेज चलता है, इससे भाग उनकी चाल इसी प्रकार बढ़ती जाती है। आप एक से दूसरे पर कूदते जाएँ तो आप देखेंगे कि आपकी चाल बढ़कर जबरदस्त हो जाती है। आप सोचेंगे कि यदि पहले मच की चाल चार मील प्रति घण्टा है और दूसरे मच की चाल पहले की आप ता चार मील प्रति घण्टा अधिक है तो दूसरे मच की चाल पृथ्वी के सापेक्ष घाट मील प्रति घण्टा होगी। यह गलत है वास्तव में उनकी चाल कुछ कम होनी है यह धतर इतना कम है कि अत्यधिक शुद्ध माप से भी इस अन्तर का पता लगाना असम्भव है। मैं यहाँ स्पष्ट कर देना चाहता हूँ कि मेरा अभिप्राय यही है। माना कि सुबह जब उपकरण घूमना आरम्भ करता है तीन व्यक्ति एक स्थान में खड़े हैं जिनके पास मापन रूप से परिशुद्ध क्रोनोमीटर ह। उनमें से एक भूमि पर है एक पहले मच पर और एक दूसरे पर है। पहले मच पृथ्वी के सापेक्ष चार मील प्रति घण्टा की दर से चलता है। चार मील प्रति घण्टा 252 फुट प्रति मिनट के बराबर है। भूमि पर खड़ा व्यक्ति अपनी घड़ी से ठीक एक मिनट बाद देखता है कि पहले मच पर खड़ा दूसरा व्यक्ति भूमि के स्थान तक पहुँच गया है जबकि वह व्यक्ति मच पर स्थिर खड़ा है और मच उसे आगे ले जा रहा है। भूमि पर खड़ा व्यक्ति भूमि पर अपने से उस स्थान तक की दूरी मापता है जहाँ पहले मच वाला व्यक्ति पहुँच चुका है। यह दूरी 352 फुट घाती है। पहले मच पर खड़ा व्यक्ति अपने मच पर उस स्थान की दूरी मापता है जहाँ दूसरे मच वाला व्यक्ति इस समय पहुँच चुका था यह भी 352 फुट घाती है। प्रश्न—भूमि पर खड़ा व्यक्ति दूसरे मच पर खड़े व्यक्ति की एक मिनट बाद की दूरी कितनी आँकता है? क्या आपका उत्तर होगा 352 फुट का दुगुना अर्थात् 704 फुट। परन्तु वास्तव में यह कुछ कम होगा यद्यपि यह कमी नगण्य होगी। इस अमरुति का कारण यह है कि वे दोनों घड़िया सही

नहीं हैं यद्यपि वास्तव में उनमें से प्रत्येक अपनी अपनी दृष्टि से सही है। यदि ऐसे घूमते हुए मंचा की एक श्रेणी होती जिनमें से प्रत्येक, पहले वाले के सापेक्ष चार मील प्रति घंटा के वेग से चल रहा हो, और आपने पास यदि लाया ऐसा मंच हो तो भी आप ऐसी स्थिति पर नहीं पहुँच सकेंगे कि अंतिम मंच का वेग पृथ्वी के सापेक्ष प्रकाश वेग के बराबर हो जाए। यह असंभव है कि कम वेग के लिए बहुत कम होती है, वेग के बढ़ने के साथ-साथ बढ़ती जाती है और इस प्रकार प्रकाश वेग की सीमा प्राप्त करना असंभव हो जाता है। यह सब कैसे होता है, अब हम इस बार में विचार करेंगे।

घड़ियों और फुटे

आपत्तिता व विविध मिश्रात के प्रतिपादन से पूर्व हम कथन में किसी को भी सन्देह नहीं है। सक्ता था कि विभिन्न स्थानों पर दो घन्टों घन्टा एक साथ घटा। यह तो मानना पड़ेगा कि ब्रह्मान एक-दूसरे से बहुत अधिक दूरी पर है। तो यह निश्चिन्त रूप से मालूम करना बर्तन होगा कि दोनों घन्टाएँ समकालिक (simultaneous) थी या नहीं। परन्तु हर कोई इस प्रश्न का भ्रम निश्चित रूप से समझता था। परन्तु यह सिद्ध हुआ कि यह भ्रम था। दूर के स्थानों की दो घन्टाएँ एक प्रश्न के लिए समकालिक हो सकती हैं जबकि उनमें यथायथा के लिए सभी सावधानियाँ ली हैं। (और विचार रूप से उसने प्रमाण के बग के भी हिमायत रखा है।) परन्तु समान रूप से सावधान किसी दूसरे प्रश्न का पहली घन्टा दूसरी से पूर्वगामी मालूम पड़ेगी और किसी तीसरे प्रश्न का दूसरी घन्टा पहली से पूर्वगामी माना जा सकता है। यदि तीनों प्रश्न एक-दूसरे के सापेक्ष तबो में गति कर रहे हैं तो ऐसा ही होगा। ऐसा नहीं हो सकता कि उनमें से एक सही हो और बाकी दो गलत हों। वे तीनों ही समान रूप से सही होंगे। घन्टाघो के समय क्रम एक ही तब प्रश्न पर निर्भर होता है यह सवा और पूणत घन्टाघो के किसी आपसी आन्तरिक सम्बन्ध पर निर्भर नहीं करता। आइन्स्टाइन ने दिखाया कि इस मत से न केवल घन्टा क्रम का ही समझाया जा सकता था बल्कि यदि पुनः सध्या का आधार मानकर विवेकपूर्वक विचार किया जाए तो भी परिणाम स्वरूप यही मत सत्य मालूम होगा। परन्तु वास्तव में आपत्तिता मिश्रात के तकसगत आधार पर किसी का भी ध्यान तब तक नहीं गया जब तक प्रयोग के भ्रमगत परिणाम से लोगों की विचार शक्ति का आघात नहीं पड़ेगा।

हम इस बात का निणय कैसे करें कि विभिन्न स्थानों की दो घन्टाएँ समकालिक थी या नहीं? इसका स्वाभाविक उत्तर यही होगा कि यदि कोई व्यक्ति उन दोनों के ठीक बीच में खड़ा हो और दोनों घन्टाएँ उस एक साथ दिखाई दें तो वे समकालिक होंगी। (यदि दो घन्टाएँ एक ही स्थान पर हैं)

ता उनका समझणिक होने के बारे में कोई बठिनाई नहीं होनी, उदाहरण के लिए एक साथ प्रकाश देवना और ध्वनि सुनना)। माना कि तन्त्रि की दा दमक दा विभिन्न स्थाना पर पडती है उदाहरण के लिए ग्रीनविच बयगाला और बीच बयगाला पर। माना कि सेंट पाल बयगाला उन दाना व गीक बीच में है और सेंट पॉल के गुम्बद पर किसी प्रसक का दोना दमक समझणिक प्रतीत होती है। परन्तु बीच पर कोई प्रेम्क ग्रीनविच वाली दमक को पहले देखेगा और ग्रीनविच पर कोई प्रेम्क ग्रीनविच वाली दमक को पहले देखेगा क्योंकि दोना स्थानों के बीच की दूरी तय करने में प्रकाश या कुछ समय लगता है। लेकिन यदि वे दोनों प्रेम्क आदम रूप से सही हैं तो उन सभी को दाना दमक समझणिक मानूँ पड़ेगी क्योंकि वे प्रकाश के गन्तरण में लग समय की आवश्यक छूट देंगे। (मैंने यहाँ जितनी यथार्थता मानी है वह मानव गति की सीमा के बहुत परे है।) इस प्रकार जब तक हम पृथ्वी के तल की घटनाओं पर विचार कर रहे हैं, पृथ्वी पर स्थित प्रेम्क को ता समझणिकता की यह परिभाषा बिलकुल उचित मानूँ पड़ेगी। इससे जो परिणाम निकलते हैं वे परस्पर मगत हैं और उनका उपयोग पार्थिव भौतिकी की उन सभी समस्याओं में किया जा सकता है जिनमें पृथ्वी की अपनी गति की उपस्था की जा सकती है।

परन्तु यदि दा ऐसे प्रेम्क हों जो एक-दूसरे के मापन सेडी में गति कर रहे हों तो हमारी यह परिभाषा संश्लेष्य नहीं रहेगी। माना कि हम प्रकाश के स्थान पर ध्वनि से और उन दोनों के ठीक बीच में कोई व्यक्ति दोनों ध्वनियों एक साथ सुनता है। यदि हम इसे समझणिक कहें तो क्या होगा? निश्चित रूप से ध्वनि में कोई अंतर नहीं पडता, बल्कि यह और भी सामान्य मानूँ पड़ेगा क्योंकि ध्वनि का वेग बहुत कम है। माना कि किसी कुहरे वाली रात डाकुआ के एक दल के दो व्यक्ति रेलगाड़ी के चालक और गाड़ दाना को गोली से मार डालते हैं। गाड़ रेलगाड़ी के अन्त में था और डाकू पटरी पर, और डाकू दोना पर काफी पास में गोली चलाते हैं। एक बद्ध आदमी, जो रेलगाड़ी के ठीक बीच में था, दोना गोलीया की ध्वनि एक साथ सुनता है इस लिए आप कहें कि दोना गोलीया समझणिक थी। लेकिन स्टेशन मास्टर जो दोना डाकुओं के ठीक बीच में था, उन गोली की ध्वनि पहले सुनता है जिसमें गाड़ मारा गया था। गाड़ और इजिन-चालक (जो चक्कर भाई हैं) के एक थोड़पति चाचा ने अपनी सारी धन-दौलत गाड़ के नाम समीप कर रानी थी, और यदि वह पहले मर जाए तो मारी दौलत इजिन चालक को मिलनी। सारी धन दौलत का स्वामित्व इसी पर निर्भर था कि पहले जिसकी मनु हुई। मुकदमा हाउस आफ लाड में म पट्टेवा और दोना ही पता के वकील, जो ऑक्स्फोर्ड के पड़े हुए थे, इस बात में सहमत थे कि बद्ध आदमी और स्टेशन

मास्टर म से एक अवश्य ही समझ होगा । वास्तव म दोनों ही पूजन गही हो सकते हैं । रेलगाड़ी गाड़ को सभी गोली मे इजिन चामक को सभी गोली की धार जा रही है इगनिण गाड़ को सभी गोली की ध्वनि का वज्र रूप पहुँचने क लिए अधिक दूरी तय करनी पड़गी जबकि इजिन-चामक को सभी गोली की ध्वनि का कम दूरी तय करनी हागो । इस प्रकार यदि वज्र पड़ रहा म गही है कि उमगे दोनों ध्वनियाँ एक साथ गुनी तो स्टेगन मास्टर भी यह कहन म गही है कि उमगे गाड़ का सभी गोली की ध्वनि पहले गुनी ।

यह स्वाभाविक ही है कि ऐसी परिस्थिति म हम अपना हम पूर्वा क रहन वासी को, रेलगाड़ी पर यात्रा करत हुए व्यक्ति क बजाय पट्टा पर स्थिर रूप स सडे व्यक्ति की दृष्टि म घटनाओं का समक्षणिक होना अधिक सही मालूम पड़ेगा । परन्तु सद्धान्तिक भौतिका म एस सक्षीण पदार्थ का कोई स्थान नहीं है । यदि किसी घूर्णन पर कोई भौतिकीविद् हो तो उसक दृष्टिकोण से घटनाओं का समक्षणिक होना उनका ही नहीं होगा जितना पृथ्वी क भौतिकीविदो की दृष्टि से है । परन्तु उनके परिणाम भिन्न होंग ठीक उसी तरह जस हमारे रेलगाड़ी और गोली स मारने वाले उन्हाहरण म थे । रेल गाड़ी की गति भी उतनी ही वास्तविक है जितनी पृथ्वी की उसम अधिक गती इसम कोई सन्देह नहीं है । कल्पना करा कि एक सरगोण और एक दरियाई घाटा इस बात पर बहस कर रह हैं कि क्या मनुष्य 'वास्तव म एक' बना प्राणी है । उनम से प्रत्येक का अपना दृष्टिकोण ही स्वाभाविक और सत्य मालूम पड़ेगा और दूसरे का एकमात्र वाचनिक मात्रूम पड़ेगा । पृथ्वी या रेलगाड़ी म म किसी गति वास्तविक है इस पर कोई वादविवाद भी उठना ही निरर्थक होगा । इसलिए जब हम दो दूर की घटनाओं की समक्षणि-कता की व्याख्या करते है तो उनक ठीक बीच के स्थान की व्याख्या करन क लिए हम यह कोई अधिकार नहीं है कि हम उसक लिए कोई से भी दा पिण्ड स लें । सभी पिण्डा म किसी को भी लेना समान रूप से सही होगा । परन्तु यदि एक व्यक्ति के लिए दो घटनाएँ परिभाषा क अनुसार समक्षणिक हैं तो कुछ व्यक्ति एस भी हागे जिनके अनुसार पहली घटना दूसरी घटना स पहले घनी, कुछ दूसरे एस हागे जिनके लिए दूसरी घटना पहली घटना से पहले घटी । इसलिए हम निश्चित रूप स यह नहीं कह सकते कि दूर की दो घटनाएँ समक्षणिक थी या नहीं । ऐसे कथन का निश्चित अर्थ सभी हो सकता ह जब हम किसी विशेष प्रेक्षक की दृष्टि से विचार करें । यह भौतिक घटना सम्बन्धी हमारे प्रेक्षणो का व्यक्तिनिष्ठ भाग है वस्तुनिष्ठ (objective) नहीं जिम हम अथ अपने भौतिक नियमो म सम्मिलित करेंग ।

विभिन्न स्थानो पर समय का प्रश्न कल्पना गति के लिए आपेक्षितता

घड़ियाँ और घुटे

मिन्हात का, सम्भवतः सबसे बटिन पक्ष है। हम इस विचार के अभ्यास हैं कि हर चीज का बाल निर्धारण हो सकता है। इतिहासकार इस तथ्य का उपयोग करन हैं कि ई० पू० 776¹ में 29 अगस्त का चीन में सूर्यग्रहण दिखाई पड़ा था। इसमें सन्देह नहीं कि ज्योतिष्य घट और मिनट तक सही नहीं बता सकते थे कि उत्तरी चीन के किस स्थान पर पूर्ण ग्रहण कब शुरू होगा। और यह भी स्पष्ट है कि हम किसी क्षण ग्रह की स्थिति बता सकते हैं। 'यून्' के मिन्हात की महायाना से हम ग्रीनविच घड़ियों के अनुसार किसी समय, पृथ्वी में (किसी पिण्ड) बहस्पति तक की दूरी की गणना कर सकते हैं। इसमें हम यह बात कर सकते हैं कि उस समय प्रकाश को बहस्पति में पृथ्वी तक आने में कितना समय लगा—माना कि आधा घंटा लगा। इसमें यह निष्कर्ष निकलता है कि बहस्पति आधा घंटा पहले उस स्थान पर था जहाँ हम अब उसे देखते हैं। यह सब प्रत्यक्ष मालूम पड़ता है। परन्तु व्यावहारिक रूप से यह सब केवल इसलिए मालूम पड़ता है। जब हम यह अनुमान लगाते हैं कि पृथ्वी पर एक घंटा और बहस्पति पर एक घंटा सापेक्षता का उदाहरण के लिए बहस्पति व एक चन्द्रमा का ग्रहण ठीक उस समय हुआ जब ग्रीनविच घड़ियाँ में रात के बारह बजे थे—परन्तु यदि एक व्यक्ति पृथ्वी के सापेक्ष तेज गति से जा रहा है तो उसका अनुमान भिन्न होगा। यहाँ हमने यह मान लिया है कि उस व्यक्ति ने और हमने भी प्रकाश के वेग के लिए पर्याप्त छुट दे दी है। स्वाभाविक है कि समक्षनिष्कता के बारे में हमारा जो मतभेद है यह समयावधि के सम्बन्ध में ही है। यदि हमारा अनुमान हो कि बहस्पति पर दो घंटायें चौबीस घंटे के अन्तर से हुई और यदि कोई व्यक्ति पृथ्वी और बहस्पति दोनों के सापेक्ष तीव्र गति से जा रहा है तो उसके अनुमान में यह समय चौबीस घंटे से अधिक होगा।

इस प्रकार सावन्त्रि ग्रहाण्ड समय, जिसे निर्दिष्ट माना जाता था अत्र भाग नहीं है। प्रत्येक व्यक्ति के लिए आस-पास की घंटायों का एक निर्दिष्ट बालक्रम होता है, इस हम उस व्यक्ति का 'निजी' समय कह सकते हैं। हमारा अनुभव जान हमारे निजी समय के अनुसार होता है। चूँकि हम सभी पृथ्वी पर लगभग स्थिर हैं इसलिए सभी भिन्न व्यक्तियों के निजी समय एक-सही हैं जिन्हें हम सामूहिक रूप में पार्थिव समय कहते हैं। परन्तु यह

1. एक समयकालीन चीनी कविता में ठीक ठीक निधि और वषट्क लिखा है—
चन्द्रग्रह का होना तो
है साधारण घटना
अर मध्यग्रहण का होना है
किन्ना अनिष्ट का सूचक।'

सबसे पहली बात यह है कि हम दा घटनाओं के बीच की दूरी पर विचार करते हैं न कि दा पिण्डों के बीच की दूरी पर। यह समय के बारे में हमारे निष्कर्ष के अनुकूल है। यदि दो पिण्ड परस्पर एक दूसरे के सापेक्ष गतिमान हों—जमा कि वास्तव में हमें पता है—तो उनके बीच की दूरी लगातार बदलती रहेगी, इसलिए जब हम उनके बीच की दूरी के बारे में बहते हैं तो वह किसी एक क्षण उनके बीच की दूरी होगी। यदि आप रेलगाड़ी में एडिनबर्ग जा रहे हैं तो हम कहेंगे कि एडिनबर्ग से आपकी दूरी किसी क्षण कम होती है। परंतु जसा कि हम पहले ही कह चुके हैं, रेलगाड़ी पर एक घटना और एडिनबर्ग में एक घटना का समय समान होने के बारे में विभिन्न प्रश्नों का अनुमान भिन्न भिन्न होगा। इस प्रकार से दूरी की माप भी आपेक्षिक हो जाती है, ठीक उसी तरह जस समय की माप आपेक्षिक थी। साधारणतः हम मापते हैं कि दा घटनाओं के बीच दो विभिन्न प्रकार के अंतराल हैं—एक समय का अंतराल और दूसरा आकार का अंतराल। आपका ज्ञान से प्रस्थान से एडिनबर्ग तक पहुँचने के बीच में 400 मील और 10 घंटे का अंतर है। हम पहले ही दस चुके हैं कि किसी माप प्रेक्षक का समय के बारे में भिन्न अनुभव होगा, यह तो और भी स्पष्ट है कि उसका दूरी का अनुमान भी भिन्न होगा। सूत्र पर किता प्रेक्षक की दृष्टि में रेलगाड़ी की गति बिलकुल नगण्य होगी और उसका अनुमान यही होगा कि आपने पृथ्वी की कक्षीय गति और उसकी दैनिक घूर्णन के बराबर ही दूरी तय की है। दूसरी ओर रेल के डिब्बे में किसी मकली का अनुमान यही होगा कि आपकी आकाश में गति शून्य है और आप केवल कुछ समय के लिए उसके साथ थे जिसने वह निजी समय से मापेगी, ग्रीनविच वेधशाला के समय से नहीं। हम यह नहीं कह सकते कि आप या मृगशिरा, या मकली में से कोई गलती पर है। आपका संप्रत्येक समान रूप से सही है परन्तु यदि कोई भी अपनी व्यक्तिनिष्ठ माप या दस्तुनिष्ठ माप समझन लगे तो वह गलत होगा। इस प्रकार दो घटनाओं के बीच की आभासी दूरी, स्वयं एक भौतिक तथ्य नहीं है, परंतु जसा कि हम देखेंगे, आकाश में दूरी और समय में दूरी को मिलाकर एक भौतिक तथ्य प्राप्त होता है। इसे हम आकाश काल या दिक्-काल का 'अंतराल' कहेंगे।

यदि हम विश्व में कोई दा घटनाएं न, तो उनके बीच दो प्रकार के सम्बन्ध सम्भव हैं। या तो किसी व्यक्ति के लिए तब बाल से चलकर दोनों घटनाओं पर भौतिक रूप से उपस्थित होना सम्भव है या सम्भव नहीं है। यह इस बात पर निर्भर करता है कि कोई भी प्रकाश के समान तेज चल सके या नहीं। उदाहरण के लिए माना कि पृथ्वी से प्रकाश का एक दमक चंद्रमा तक भेजना और वहाँ से उसका परावर्तित होकर सौदता सम्भव है।

(यह प्रयोग वास्तव में किया जा चुका है परन्तु उनमें प्रकाश के स्थान पर रंजक तरंगों भन्नी गई जो प्रकाश-वेग से चलती हैं) । प्रकाश-दमक के प्रपण में परावर्तित होकर वापस लौटने तक का कुल समय लगभग ढाई सत्रिंश हागा । यदि भी इनकी तीव्र गति से न । जा सकता कि इस ढाई सत्रिंश की अवधि में पृथ्वी पर भी किसी समय उपस्थित हो और चन्द्रमा पर भी प्रकाश-दमक के पहुँचने के समय उपस्थित हो सके । किन्तु किसी भी चीज के लिए इतना ताव गति से जाना सम्भव है कि वह भौतिक रूप में दाना घटनाओं के समय उपस्थित हो सके इसलिये हम कहेंगे कि दो घटनाओं के बीच का अंतराल ² 'आकाशमय' है और यदि किसी चीज के लिए दाना घटनाओं पर भौतिक रूप से उपस्थित होना सम्भव हो तो हम कहेंगे कि उन दो घटनाओं के बीच का अंतराल कालमय है । जब अंतराल आकाशमय हो तो किसी चीज के लिए इतनी गति से जाना सम्भव होगा कि उस पर स्थित किसी प्रकाश की दाना घटनाएँ समरूपणिक मालूम होंगी । इस स्थिति में दो घटनाओं के बीच का 'अंतराल' उतना ही होगा जितना कि उन प्रकाश के अनुमान से उन घटनाओं के बीच की दूरी होगी । जब अंतराल कालमय हो और एक ही वस्तु दाना घटनाओं पर उपस्थित हो सके तब उस स्थिति में दाना घटनाओं के बीच का 'अंतराल' उतना ही होगा जितना कि वस्तु पर स्थित किसी प्रकाश के अनुमान से दो घटनाओं के बीच का समय है अर्थात् उसकी निजी समय के अनुसार दाना घटनाओं के बीच के समय के बराबर होगा । इन दोनों के बीच एक सामान्य उदाहरण भी है और वह है जब दोना घटनाएँ एक ही प्रकाश-दमक के भाग हों—या हम कहें कि एक घटना का दलना ही दूसरी घटना हो । इस स्थिति में दोना घटनाओं के बीच का अंतराल शून्य होगा ।

इस प्रकार यहाँ तीन सम्भावनाएँ हो सकती हैं—(1) यह सम्भव है कि प्रकाश की एक ही किरण दाना घटनाओं में हो जब उनमें से एक घटना दूसरी घटना का दलना ही हो तब ऐसा होता है । इस स्थिति में दाना घटनाओं का अंतराल शून्य होगा । (2) या हो सकता है कि कोई भी चीज एक घटना से दूसरी घटना तक जाना न कर सके क्योंकि ऐसा करने में उस प्रकाश-वेग से भी अधिक तब जाना पड़ेगा । इस स्थिति में किसी चीज के लिए ऐसा ढग से जाना सदा ही भौतिक दृष्टि से सम्भव होगा कि उस चीज पर किसी प्रकाश की दोना घटनाएँ समरूपणिक मालूम पड़ेंगी । उनका अंतराल उतना ही होगा जितना उसका अनुमान में दोना घटनाओं के बीच आकाश में दूरी होगी । ऐसे अंतराल को 'आकाशमय' कहेंगे । (3) भौतिक दृष्टि से किसी चीज के लिए इतने वेग से चलना सम्भव हो कि वह दोना घटनाओं पर उपस्थित हो सके । इस अवस्था में

उनके बीच का अंतराल उतना ही होगा जितना कि उस चीज पर किसी प्रेक्षक के अनुमान से उन दोनों घटनाओं के बीच का समय होगा। ऐसा अंतराल 'कालमय' कहलाता है।

दो घटनाओं के बीच का अंतराल उन घटनाओं का एक भौतिक साथ है जो प्रेक्षक की विशेष परिस्थितियों पर निर्भर नहीं होता।

आपक्षिप्तता सिद्धांत के दो रूप हैं—विशिष्ट और व्यापक। इनमें से पहला साधारणतः समकट रूप से ही सही है, परन्तु गुरुत्वाकर्षण पदार्थ से बहुत दूरी होने पर काफी यथातथ हो जाता है। जब गुरुत्वाकर्षण की उपक्षा की जा सके तब विशिष्ट सिद्धांत लागू होता है और तब किसी प्रेक्षक द्वारा अनुमानित आकाश और काल में उनके बीच की दूरियाँ पाठ हाने से दो घटनाओं के बीच का अंतराल परिकल्पित किया जा सकता है। यदि आकाश में दूरी उस दूरी से अधिक है जितना कि प्रकाश उस समय में चलेगा तो उनका अंतराल आकाशमय है। तब निम्नलिखित सरचनाएँ दो घटनाओं के बीच का अंतराल मालूम किया जा सकता है प्रकाश उस समय में जितनी दूर चलेगा उसके बराबर एक रस्ता $A B$ लीजो। एक को केन्द्र मानकर एक वृत्त खींचो जिसकी त्रिज्या उन दो घटनाओं के बीच आकाश के दूरी के बराबर हो। B से $A B$ पर लम्ब $B C$ खींचो, जो वृत्त को C बिंदु पर काटता है। तब उन दोनों घटनाओं के बीच का अंतराल $B C$ होगा।

जब दूरी कालमय हो तब भी यही आकृति काम में आएगी इस स्थिति में $A C$ वह दूरी है जो उस समय में प्रकाश तब चरेगा और $A B$ उन दो घटनाओं के बीच आकाश में दूरी के बराबर है। अब उनके बीच की दूरी उस समय के बराबर है जो प्रकाश को $B C$ दूरी तब करने में लगना।

यद्यपि $A B$ और $A C$ का मान विभिन्न प्रेक्षकों के लिए भिन्न भिन्न होगा परन्तु $B C$ का मान सब प्रेक्षकों के लिए समान होगा केवल उसमें व्यापक सिद्धांत के अनुसार आवश्यक संशोधन करने होंगे। पुरानी भौतिकी के दिक् और काल में अलग अलग दो अंतरालों को यह दिक्-काल में एक अंतराल के रूप में व्यक्त करता है। अभी तक अंतराल की यह संकल्पना कुछ रहस्यमय मालूम पड़ती है परन्तु आगे यह कम रहस्यमय होती जाती है और वस्तुओं के मूल स्वरूप में इसका आविर्भाव स्पष्ट होता जाता है।

अध्याय 5

टिक्-काल

जिग विसा ने आपेक्षितता के बारे में कभी भी कुछ सुना है तो यह सिर्फ
बातें हैं जो भी परित्यक्त होना और जानना होगा कि पहले किमके लिए हम
सिर्फ और बाकी बातों का प्रयोग करते हैं अब जगत् में 'सिक्-काल' का
प्रयोग करते हैं। परंतु जो लोग गणितज्ञ नहीं हैं उनमें से बहुत कम ही ऐसे
होंगे जिन्हें 'सिक्-काल' में इस परिवर्तन का अर्थ स्पष्ट रूप से समझ में आता
होगा। आपेक्षितता सिद्धांत पर आगे विचार करने से पहले मैं पाठक को यह
बताना चाहता हूँ कि इसमें 'सिक्-काल' का क्या उपयोग है। दार्शनिक
और कल्पनात्मक दृष्टिकोण से आइन्स्टाइन द्वारा प्रतिपादित नई चीजों में
सम्भवतः यह सबसे महत्वपूर्ण है।

मान लीजिए कि आप कहना चाहते हैं कोई घटना जब और कहीं हुई—
उदाहरण के लिए वायुपोत पर एक विस्फोट—उसके लिए आपको चार राशियाँ
बतानी पड़ेंगी—प्रशांत, उत्तर, भूमि के ऊपर ऊँचाई और समय। रुढ़िगण
दृष्टि से इनमें से पहली तीन आकाश में उसकी स्थिति निर्धारित करती हैं
और चौथी बात में स्थिति को व्यक्त करती है। आकाश में स्थिति निर्धारित
करने वाली तीन राशियाँ कई विभिन्न ढंग से ली जा सकती हैं। उदाहरण के
लिए आप विद्युत् चुम्बक से गुजरने वाला समतल ग्रीनविच के याम्योत्तर का
समतल और 10वें याम्योत्तर का समतल ले सकते हैं और इनमें से प्रत्येक से
वायुपोत की दूरी ले सकते हैं। ये तीनों दूरियाँ डेक्क के नाम पर जानीं
निर्देशांक कहलाती हैं। आप कोई अन्य तीन समतल ले सकते हैं जो परस्पर
समकोण पर हों, तब भी ये त्रिकोणीय निर्देशांक ही होंगे। या आप लम्ब से
जमीन पर वायुपोत के ठीक नीचे वाले बिंदु तक की दूरी इस दूरी का दिशा
(उत्तर पूरव पश्चिम दक्षिण पश्चिम या जो भी हो) और जमीन से वायुपान
की ऊँचाई ले सकते हैं। आकाश में स्थिति निर्धारण की असंख्य विधियाँ हैं
और सब समान रूप से बख्त हैं और उनमें से किसी एक को लेना केवल सुविधा
की बात है।

जब लोग कहते थे कि आकाश की तीन विमाएँ हैं तो उनका अभिप्राय था कि आकाश में स्थिति निर्धारण के लिए तीन राशियाँ अपेक्षित हैं, परन्तु इन राशियों का चुनाव पूर्णतः यादच्छिन्न है।

जहाँ तक समय का सम्बन्ध है स्थिति बिल्कुल भिन्न थी। समय का निश्चित करने में केवल मात्रका का ही स्वेच्छ चुनाव ही सक्ता था और इस ध्यान का चुनाव हो सकता था कि समय की सगणना कहा से आरम्भ की जाए। आप समय चाहें ग्रीनविच समय से मापें या पैरिस समय से, या यूयाक समय से मापें तो उससे कबल प्रस्थान-समय में अन्तर पड़ेगा। आप समय सेनिडा में, मिन्टा में घटा में, दिना में या वर्षों में माप सकते हैं यह मात्रकों का अन्तर था। य दोना ही प्रत्यक्ष और उपलब्धीय थे। जिस प्रकार आकाश में स्थिति निर्धारण की विधि के चुनाव के बारे में स्वतन्त्रता थी, समय के सम्बन्ध में ऐसा नहीं था। और, बिनापक्ष से यह माना जाना था कि आकाश में स्थिति निर्धारण की विधि और काल में स्थिति निर्धारण की विधि एक दूसरी से पूर्णतः स्वतन्त्र हो सकती थी। इन कारणों से लोग आकाश और काल को बिल्कुल अलग अलग मानते थे।

आपेक्षिकता सिद्धांत ने इसे बदलकर रख दिया। समय में स्थिति निर्धारण की अब अनेक विधियाँ हैं जिनमें केवल मात्रका और आरम्भिक बिन्दुओं का ही अन्तर नहीं है। वास्तव में, जसा कि हम देख चुके हैं, यदि एक सगणना में एक घटना दूसरी से समदर्शिक है तो दूसरी सगणना में वह दूसरी से पूर्वगामी होगी और तीसरी सगणना में वह दूसरी से पश्चगामी हो सकती है। इसमें अतिरिक्त आकाश और काल में सगणना एक दूसरी से स्वतन्त्र नहीं हैं। यदि आप आकाश में स्थिति निर्धारण की प्रणाली बदलते हैं तो आप दो घन्टाओं के बीच का काल अन्तराल भी बदल सकते हैं। इस प्रकार अब आकाश और काल उसी प्रकार स्वतन्त्र नहीं है जिस प्रकार आकाश की तीन विमाएँ स्वतन्त्र नहीं हो सकती। किसी घटना की स्थिति को निर्धारित करने के लिए हम अब भी चार राशियों की आवश्यकता है परन्तु पहले की भाँति यन्त्र में एक का याकी तीन से स्वतन्त्र रूप से नहीं हो सकते।

यह कहना पूर्णतः सत्य नहीं होगा कि अब आकाश और काल के बीच का भेद गहरा रह गया है। जसा कि हम देख चुके हैं अन्तराल का समय और आकाशमय हो सकते हैं। परन्तु उनका अन्तर जसा पहले माना गया था उनसे भिन्न प्रकार का है। अब कोई ऐसा सावन्निभ समय नहीं है जो बिना किसी गैर-वैश्व के विश्व के हर भाग के लिए लागू हो सके। विश्व में विभिन्न पिण्डों के लिए अलग अलग कई निजी समय हैं। य निजी समय ऐसे पिण्डों के लिए लगभग एक-जैसे हैं जो तीव्र गति नहीं कर रहे हैं, परन्तु एक-दूसरे के आपेक्ष स्थिर दो पिण्डों को छोड़कर कभी भी एक-दूसरे के समान नहीं होते।

इसकी परिस्थिति व निम्न धार्मिक गणार का दिन-रात प्रभाव है माना कि मुझ पर कोई घटना है हाथ है और उगाई गाथ-गाथ मुझ पर प्रकाश का एक दमक मय निगाहा म पड़ती है। यदि किसी घण्टी पर दमक का प्रकाश पहुँचता व परभाव काई घटना हुआ है तो वह निश्चित रूप से घटना है व घात हो होगी बाह्य समय मापन की प्रणाली काई भी हो। घटन कहाँ ही हाथ-पाती कोई भी घटना जो मैं घटना है तो पहले दली है निश्चय ही घटना है व घात हुई होगी बाह्य समय मापने की प्रणाली काई भी हो। परन्तु मैं जानूँ व बीच-व समय में हान-बासी किसी घटना व धार में निश्चित रूप में नहीं कहा जा सकता कि वह घटना है तो पहले हुई या घात में हुई। अब हम इसका एक विनिश्चित उदाहरण लें माना कि मैं सौरियम पर स्थित किसी व्यक्ति का रूप मय होता है और वह मुख्य दमक मरना है। वह जो कुछ भी करता है यदि वह मुझे घटना है व मुझ पर हान में पहुँच ही निगाह पड़ती है तो वह निश्चय ही घटना है तो पहले हुआ होगा। परन्तु यदि वह कोई काय घटना है तो पहले करता है वह निश्चय ही है के परधान होगा और यदि वह घटना है तो देखने से पहले कुछ करता है जो मुझे घटना है व बाद में निगाह पड़ती है तो वह निश्चित रूप से घटना है तो पहले ही हुआ न बाद में हुआ। अब कि प्रकाश की सौरियस से पृथ्वी तक आने में कई वष लगते हैं इसलिए हमसे दुगुण वष तक का समय सौरियस के लिए घटना है व सम कालिन हागा व कि ये वष है में पहले या बाद में नहीं हागा।

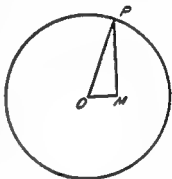
इस १९०९ रोम में अपनी पुस्तक 'आकाश और काल का मिश्रण' में जो दृष्टिकोण प्रस्तुत किया है वह दार्शनिक दृष्टि से चाहे मूलभूत हो या नहीं, परन्तु जिस परिस्थिति पर हम विचार कर रहे हैं उसे समझने में सहायक अवश्य है। उनका विचार है कि एक घटना दूसरी घटना से निश्चित रूप से तभी पहले होगी जब हमका दूसरी घटना पर किसी प्रकार का प्रभाव पड़ सके। हम जानते हैं कि प्रभाव किसी केंद्रीय बिंदु से विभिन्न दूरों से फैलते हैं। समाचार पत्र की सहायता से समाचार लंदन से शुरू होकर 20 मील प्रति घंटा की औसत दर में फैलते हैं—लम्बी दूरी के लिए और भी तेजी से फैलते हैं। समाचारपत्र पढ़ने के बाद कोई व्यक्ति जो काय करता है वह स्पष्ट रूप से समाचारपत्र छपने के बाद ही होगा। ध्वनि इससे बहुत तेज चलती है। यह सत्य है कि मुख्य मार्गों में बराबर दूरी पर साउंड-स्पीकर लगें और इस प्रकार समाचारपत्र एक साउंड-स्पीकर से दूसरे में प्रसारित किए जाएं। परन्तु तार (टेलीग्राफी) इससे भी तेज है और बेतार का तार प्रकाश वेग से चलता है जो सबसे तेज है इससे अधिक तेज और कोई साधन नहीं हो सकता। यदि कोई व्यक्ति बेतार के तार द्वारा समाचार प्राप्त करने के बाद कोई काय करता है तो वह काय समाचार भेजने के बाद ही होगा। यह

निष्पन्न समय मापन की पद्धति पर निर्भर नहीं होगा। लेकिन यदि वह कोई कार्य उस समय करता है जब समाचार प्रेषित किया जा चुका हो और रात में हो तो उस पर प्रेषित समाचार का कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा। और उसका कार्य से समाचार भेजने वाले पर प्रेषण के समय से कुछ दूर बाद तक कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा, अर्थात् यदि वह व्यक्ति एक दूसरे का काफी दूरी पर हो तो एक का दूसरे पर कोई प्रभाव नहीं पड़ सकता जब तक कि कुछ समय न गुजर जाए। उदाहरण के लिए, माना कि सूर्य पर कोई विशिष्ट घटना होती है। उसके पश्चात् पृथ्वी पर सोलह मिनट तक का समय ऐसा होगा जिसमें पृथ्वी की किसी घटना का सूर्य की उस विशिष्ट घटना पर या विशिष्ट घटना का पृथ्वी की घटना पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा। इस प्रकार हम निश्चित रूप से कह सकते हैं कि पृथ्वी पर सोलह मिनट का समय न तो सूर्य की घटना से पहले का है न बाद का है।

आपक्षिक्ता के विशिष्ट सिद्धांत में जो विरोधाभास है वह केवल इसलिए है कि हम उस दृष्टिकोण के अभ्यस्त नहीं हैं और हम चीजों को अवश्यम्भावी मानन की आदत है जबकि हम ऐसा मानने का कोई अधिकार नहीं है। विनाश रूप से लम्बाई की माप के लिए तो यह बात सत्य है। अपने दैनिक जीवन में हम फुटे या अंगुली किसी मापक दण्ड से लम्बाई मापते हैं। जब हम फुटे का प्रयोग करते हैं तो वह मापी जाने वाली वस्तु के सापेक्ष स्थिर है। इसके फलस्वरूप हम उससे जो लम्बाई मापते हैं वह उसकी निजी लम्बाई है, अर्थात् उस प्रेक्षक द्वारा अनुमानित लम्बाई जिसकी गति मापी जाने वाली वस्तु के समान है। साधारण जीवन में हमारे सामने ऐसी समस्याएँ नहीं आती जिनमें एनी वस्तु की माप लनी हो जो शाश्वत रूप से गतिमान हो। और यदि कोई समस्या हो तो पृथ्वी पर दृश्य वस्तुओं का पृथ्वी के सापेक्ष वेग इतना कम होता है कि उनमें आपक्षिक्ता सिद्धांत के विरोधाभास दृष्टिगोचर नहीं होंगे। परन्तु ज्योतिष में, या परमाणु-संरचना-सम्बन्धी अवयव में ऐसी समस्याएँ आती हैं जिन्हें इस प्रकार हल नहीं किया जा सकता। जोशुआ (Joshua) की भाँति सूर्य की माप जते समय हम उसे ठहराए नहीं रख सकते, यदि हम उसका आकार मापना है तो हमारे सापेक्ष गतिमान स्थिति में ही उसका मापना पड़ेगा। वही प्रकार यदि आप इलेक्ट्रॉन का आकार मापना चाहें तो तीव्र गति की स्थिति में ही मापना होगा क्योंकि वह एक क्षण के लिए भी स्थिर नहीं होता। आपक्षिक्ता सिद्धान्त में हमारा सम्बन्ध ऐसी ही समस्याओं से होता है। जब-जब फुटे से मापना सम्भव हो तो सब माप एक समान होंगे क्योंकि उससे हम वस्तु की 'निजी लम्बाई' मापते हैं। परन्तु जब यह विधि सम्भव नहीं होती तब विविध यत्नें देगन में आती हैं विनाश रूप से यदि मापा जाने वाली वस्तु प्रेक्षक के सापेक्ष तीव्र गति कर रही हो।

विद्यमान धर्मों का वृद्धि या ह्रास की गहिराई से परिस्थिति समझने में सहायता मिलती है।

माना कि जिन वस्तु की सम्बन्ध हम मापना चाहते हैं वह हमारे हाथ में सीधे गति कर रही है और एक सविन्दु म वह OM दूरी चलती है। प्रकाश एक सविन्दु म जितनी दूर चलता है उस दूरी की त्रिभुजा का एक वृत्त या चाँद बनाया जाये। M के एक समान MP सीधे जायत को P बिन्दु पर पाठता है। इसमें OP वह दूरी है जो प्रकाश एक सविन्दु म तक करेगा। OP और OM का अनुपात प्रकाश के वेग और वस्तु के वेग का अनुपात होगा। OP और MP का अनुपात गति के कारण धार्मेक्षिकता का होता है। इसका अभिप्राय यह है कि यदि गति की दिशा में दो बिन्दुओं के बीच की दूरी का प्रमाण MP के बराबर मानता है तो



वस्तु के साथ साथ गति करने वाला कोई व्यक्ति उन बिन्दुओं की दूरी को (उसी स्थल के अनुसार) OP के बराबर मानेगा। गतिमान वस्तु पर जा दूरियाँ गति का दिशा से समवाय पर होती हैं उन पर गति का कोई प्रभाव नहीं पड़ता। यद्यपि बातें धार्मेक्षिक हैं अर्थात् यदि वस्तु के साथ गति करने वाला प्रेक्षक पहले प्रेक्षक के विषय पर सम्बन्धों मापे तो वे भी ठीक इसी अनुपात में बदल जाएगी। यद्यपि वस्तुएँ एक दूसरे के सापेक्ष गतिमान हों तो उन पर स्थित प्रेक्षकों को अपनी दूरियों की तुलना में दूसरी वस्तु की सम्बन्ध छाटी मालूम पड़ेंगी। यही फिट्सजरल्ट आकुचन है जिसका आविष्कार सबसे पहले माइकलमोर मार्ती प्रयोग के परिणामों को समझने के लिए किया गया था। परन्तु अब इसकी उत्पत्ति स्वयं ही इन बातों से हुई है कि दो प्रेक्षकों का समक्षणिकता का अनुमान भिन्न होता है।

जिस विधि से समक्षणिकता आता है वह इस प्रकार है

हम कहते हैं कि किसी पिण्ड पर दो बिन्दुओं की दूरी एक फुट है। इसके लिए आवश्यक है कि हम एक साथ ही फुट के एक सिरे एक बिन्दु पर और दूसरे सिरे दूसरे बिन्दु पर रख सकें। अब यदि समक्षणिकता के बारे में दो व्यक्तिओं का मत भिन्न हो और पिण्ड गतिमान हो तो प्रत्यक्ष है कि उनकी मापों के परिणाम भिन्न होंगे। इस प्रकार समय के बारे में जा बठिनाई है वह दूरी सम्बन्धों के विचार में मूलभूत होती है।

इन सभी स्थितियों में OP और MP का अनुपात ही महत्वपूर्ण है। जब

दिक-काल

कोई पिण्ड प्रगल्भ के सापेक्ष गति कर रहा हो तो समय, लम्बाइयाँ और द्रव्यमान इसी अनुपात में बदल जाते हैं। जसा कि हम देखेंगे यदि OM का मान OP से बहुत कम हो पर्यान् यदि पिण्ड प्रकाश की अपेक्षा बहुत धीमी गति से चल रहा हो तो MP और OP लगभग बराबर होंगे और गति के कारण परिवर्तन बहुत कम होगा। यदि OM लगभग OP के बराबर ही हो पर्यान् यदि पिण्ड लगभग प्रकाश के वेग में जा रहा हो तो MP का मान OP की तुलना में बहुत कम होगा और गति के प्रभाव बहुत अधिक होंगे। तीव्र रूप से गति करते हुए कण के द्रव्यमानों में आभासी वृद्धि देखी गई है और इसके लिए मही सूत्र भी आइन्स्टाइन के आपेक्षिकता के विगिण्ट सिद्धांत से पहले ही मालूम हो गया था। वास्तव में लॉरेटज ने ये सूत्र मालूम कर लिए थे जिनमें आपेक्षिकता के विगिण्ट सिद्धांत के समस्त गणितीय मन्त्र का समावेश है। परन्तु आइन्स्टाइन ने ही यह बताया कि सारी परिस्थिति बंसी ही जो हमारी प्रत्याशा के अनुसार होना चाहिए थी वह विचित्र प्रायोगिक परिणामों की व्याख्या के लिए कामचलाऊ साधन मात्र नहीं है। फिर भी यह नहीं भुला देना चाहिए कि प्रयोगों के परिणाम ही उस समस्त सिद्धान्त के मूल आधार रह हैं।

अब हम उन बातों को पुनः दुहरा दें जिनके कारण आकाश या दिक और काल के लिए दिक-काल का प्रयोग आवश्यक हो गया था। पहले दिक और काल का अलग अलग रखने का आधार यह था कि यदि हम उन्हें कि दूर दो स्थानों पर दो घटनाएँ एक ही समय पर हुई तो इनमें कोई संघर्ष नहीं था। इसके फल स्वरूप यह माना गया था कि किसी एक क्षण में घटणाएँ की स्थल रूपरेखा पूर्णतः स्थानिक रूप से बताई जा सकती है। परन्तु अब चूँकि समकालिकता अलग अलग प्रेक्षकों के लिए अलग अलग होगी इसलिए यह सम्भव नहीं है। एक प्रेक्षक की दृष्टि में किसी क्षण विषय की जो स्थिति होगी वह दूसरे प्रेक्षक की दृष्टि में ऐसी घटनाओं का एक त्रय होगी जो विभिन्न समय पर हो रही हैं और जिनका पारम्परिक सम्बन्ध न केवल स्थानिक ही होगा बल्कि कालिक भी होगा। इन्हीं कारणों से हमारा सम्बन्ध घटनाओं से होता है पिण्डों से नहीं। पुनः सिद्धांत के अनुसार हम एक क्षण कई पिण्डों पर एक साथ विचार कर सकते हैं और चूँकि उन सबके लिए एक ही समय लागू होता था इसलिए समय का उपयोग भी जा सकती थी परन्तु अब यदि हम भौतिक घटनाओं का वननिष्ठ वर्णन करना चाहें तो ऐसा नहीं कर सकते हैं। यदि हम किसी पिण्ड पर विचार करना चाहें तो हम उसकी स्थिति भी बतानी होगी, इस प्रकार से यह एक घटना होगी पर्यान् किसी निश्चित समय पर होने वाली कोई चीज होगी। यदि हम एक प्रेक्षक की पद्धति से किसी घटना का समय और स्थान ज्ञात हो तो हम दूसरे प्रेक्षक के अनुसार उसका स्थान और समय मालूम कर

कोई पिण्ड प्रशक के सापेक्ष गति कर रहा हो तो समय, सम्बाध्याँ और द्रव्य मान इमी अनुपात में बदल जाते हैं। जसा कि हम देखेंगे यदि OM का मान OP से बहुत कम हो घर्षान् यदि पिण्ड प्रकाश की अपेक्षा बहुत धीमी गति से चल रहा हो तो MP और OP लगभग बराबर होंगे और गति के कारण परिवर्तन बहुत कम होगा। यदि OM लगभग OP के बराबर हो हो, घर्षात् यदि पिण्ड लगभग प्रकाश के वेग में जा रहा हो तो MP का मान OP की तुलना में बहुत कम होगा और गति के प्रभाव बहुत अधिक होंगे। तीव्र रूप से गति करते हुए कणा के द्रव्यमान में आभासी वृद्धि देखी गई है और इसके लिए सही सूत्र भी आइन्स्टाइन के सापेक्षिकता के विशिष्ट सिद्धान्त से पहले ही मालूम हो गया था। वास्तव में लोरेन्टज ने ये सूत्र मालूम कर लिए थे जिनमें सापेक्षिकता के विशिष्ट सिद्धान्त के समस्त गणितीय मत्व का समावेश है। परन्तु आइन्स्टाइन ने ही यह बताया कि सारी परिस्थिति वैसी ही है जो हमारी प्रयासा के अनुसार होना चाहिए थी, वह विचित्र प्रायोगिक परिणामों की व्याख्या के लिए कामचलाऊ साधन मात्र नहीं है। फिर भी यह नहीं भुला देना चाहिए कि प्रयोगों के परिणाम ही उस समस्त सिद्धान्त के मूल उद्देश्य से और ये ही आइन्स्टाइन के सिद्धान्तों के निकट तकपूर्ण पुनार्र्थन का आधार रहे हैं।

अब हम उन बातों को पुनः दुहरा दें जिनके कारण आकाश यांत्रिक और काल के लिए दिक-काल का प्रयोग आवश्यक हो गया था। पहले दिक और काल को अलग अलग रखने का आधार यह था कि यदि हम कहें कि दूर के दो स्थानों पर दो घटनाएँ एक ही समय पर हुई तो इसमें कोई संशय नहीं था। इसने फल स्वरूप यह माना गया था कि किसी एक क्षण ब्रह्माण्ड की स्थल रूपरेखा पूर्णतः स्थानिक रूप से बनाई जा सकती है। परन्तु अब धूँकि समानिकता अलग अलग प्रेशकों के लिए अलग अलग होगी इसलिए यह सम्भव नहीं है। एक प्रेशक की दृष्टि में किसी क्षण विश्व का जो स्थिति होगी वह दूसरे प्रेशक की दृष्टि में ऐसी घटनाओं का एक क्रम होगी जो विभिन्न समय पर हो रही हैं और जिनका पारस्परिक सम्बन्ध न केवल स्थानिक ही होगा बल्कि कालिक भी होगा। इन्हीं कारणों से हमारा सम्बन्ध घटनाओं से होता है, पिण्डों से नहीं। पुनः सिद्धान्त के अनुसार हम एक क्षण कई पिण्डों पर एक माप विचार कर सकते हैं और चुन सकते हैं कि उन सबके लिए एक ही समय लागू होता था इसलिए समय की अपेक्षा की जा सकती थी परन्तु अब यदि हम भौतिक घटनाओं का यत्ननिष्ठ वर्णन करना चाहें तो ऐसा नहीं कर सकते हैं। यदि हम किसी पिण्ड पर विचार करना चाहें तो हमें उसकी स्थिति भी बनानी होगी, इस प्रकार से यह एक 'घटना' होगी घर्षान् किसी निश्चित समय पर होने वाली कोई चीज होगी। यदि हमें एक प्रेशक की पद्धति से किसी घटना का समय और स्थान प्राप्त हो तो हम दूसरे प्रेशक के अनुसार उसका स्थान और समय मालूम कर

सकत हैं। परन्तु हम समय और स्थान दोनों ही मालूम होने चाहिएँ क्योंकि हम दूसरे प्रेक्षक के लिए घटना का स्थान पहले प्रेक्षक के समय पर नहा बता सकत। यदि कई प्रेक्षक एक दूसरे के सापेक्ष स्थिर न हों तो उनके लिए एक ही समय का कोई अर्थ नहीं होगा। केवल आकाश में किसी पिण्ड की स्थिति को निर्धारित करने के लिए ही हम चार मापों की आवश्यकता नहीं होगी बल्कि दिक्-काल में किसी घटना की स्थिति निर्धारित करने के लिए भी चार मापों की आवश्यकता होगी। दिक् और काल के स्थान पर दिक्-काल रचने का अभिप्राय सार रूप में यही है।

आपेक्षिकता का विशिष्ट सिद्धान्त

आपेक्षिकता के विशिष्ट सिद्धांत की उत्पत्ति विद्युत् चुम्बकत्व के तथ्यों तथा ध्वन्या के पतस्वरूप हुई। इसका इतिहास कुछ विचित्र ही है। अष्टादशवीं और उन्नीसवीं शताब्दी के आरम्भ तक विद्युत् या सिद्धांत पूरा रूप से 'मूटनीय ढंग' के तर्कों पर ही निर्भर था। दो विद्युत् भावना यदि वे भिन्न प्रकार के हों एक धन और एक ऋण, तो एक दूसरे को आकर्षित करत हैं परन्तु यदि वे एक ही प्रकार के हों तो एक-दूसरे को प्रतिकर्षित करत हैं। प्रत्येक स्थिति में बल, गुरुत्वाकर्षण बल की भांति उनके बीच की दूरी के प्रतिलोमानुपाती होता है। परन्तु म पहले तक यह बल दूर से प्रिया करता हुआ माना जाता था। उसके बाद फरेडे ने यह अनाधारण प्रयोगों की सहायता से माध्यम के प्रभाव का सिद्ध किया। फरेडे गणितज्ञ नहीं था। बल्कि मकगवेल ने सबसे पहले फरेडे के प्रयोगों में निकले परिणामों को गणितीय रूप दिया। एक प्रतिरिक्त फरेडे न कारण दत्त हुए यह भी बताया कि प्रकाश एक विद्युत् चुम्बकीय घटना है अर्थात् वह विद्युत् चुम्बकीय तरंगों के रूप में होता है। इसलिए विद्युत् चुम्बकीय तरंगों के संचार के लिए ईथर का माध्यम माना जा सकता था या बहुत समय से प्रकाश-संचार के लिए माना गया था। मकगवेल के सिद्धांत की सत्यता निश्चित चुम्बकीय तरंगों का निमाण करत समय दूना के प्रयोगों में सिद्ध हुई। इन प्रयोगों से यतार के तार का आधार भी मिला। हमारी भ्रम तक की प्रगति मजबूततापूर्ण है इसमें कभी प्रयोग और कभी सिद्धांत सर्वोपरि रहा है। हल्के प्रयोगों के समय ईथर का धारणा मुख्यतः मालूम पड़ती थी 'सभी धारणा उननी ही दृष्टि की जितनी भ्रम कोई बलानिक परिकल्पना जिसका सीधा मत्यापन सम्भव न था। परन्तु कुछ ऐसे नस्ब गाजे गए जिनमें धारे धीरे धीरे मारी व्यवस्था बदल गई।

हम स जिस आदालत का उत्पन्न हुआ वह हर वस्तु में सातत्य मानना ही था। ईथर में सातत्य था उसमें तरंगों भी मत्त थी और यह अनुमान था

कि पदार्थ की संरचना भी ईश्वर में किसी प्रकार सतत होगी। परन्तु नभी पदार्थ की परमाणवीय संरचना की खोज हुई और स्वयं परमाणुओं की विविक्त (discrete) संरचना का पता चला। परमाणु को इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन तथा 'यूट्रॉन' का बना माना गया था। प्रोटॉन में धन विद्युत् का निश्चित आवेश होता है और 'यूट्रॉन' में कोई आवेश नहीं होता। (यह केवल परम्परा की बात है कि इलेक्ट्रॉन के आवेश को ऋण और प्रोटॉन के आवेश का धन मानते हैं हम चाहे तो इससे विपरीत भी मान सकते हैं)। ऐसा मालूम पड़ता था कि विद्युत् केवल इलेक्ट्रॉन और प्रोटॉन के आवेश के रूप में होती है, सभी इलेक्ट्रॉनों पर समान ऋण आवेश होता है और सभी प्रोटॉनों पर भी ठीक उतना ही विद्युत् विपरीत धन आवेश होता है। बाद में परमाणु से छोटे अणु कणों की खोज हुई, उनमें से अधिकांश को मेसॉन या हाइपेरॉन कहते हैं। सभी प्रोटॉनों का भार ठीक बराबर होता है वे इलेक्ट्रॉनों से लगभग अठारह सौ गुने भारी होते हैं। सभी 'यूट्रॉनों' का भार भी बराबर होता है व प्रोटॉन से थोड़े भारी होते हैं। मेसॉन कई प्रकार के होते हैं उनका भार इलेक्ट्रॉन से अधिक किन्तु प्रोटॉन से कम होता है। हाइपेरॉन प्रोटॉन और 'यूट्रॉन' से भी भारी होते हैं।

कुछ कणों में विद्युत् आवेश होता है कुछ में नहीं होता। यह देता गया है कि पित्तन भी धन आवेशित कण होते हैं उन सबका आवेश प्रोटॉन के बराबर होता है और सभी प्रकार के ऋण आवेशित कणों में ठीक इलेक्ट्रॉन के बराबर आवेश होता है हालांकि उनके दूसरे गुण जिसकुल भिन्न होंगे। एक कण गड़बड़ी पैदा करने वाला है यह कण और सब प्रकार से इलेक्ट्रॉन जमा है केवल उसका आवेश ऋण की बजाय धन है। इस पाजिट्रॉन कहते हैं। हाल ही में गामा और क्वार्क का पता चला है जो सब प्रकार से प्रोटॉन जमा है केवल उसका आवेश ऋण है उस प्रति प्रोटॉन कहते हैं।

पदार्थ की विविक्त संरचना-सम्बन्धी खोज के साथ-साथ तथ्यान्वित क्वांटम मेकैनिक्स की भी खोज हुई उत्पत्ति के लिए परमाणु स्पेक्ट्रम में दीप्त रेखाएँ। ऐसा मालूम पड़ता है कि यदि परिशुद्धता के साथ मापा जाए तो सभी प्राकृतिक प्रक्रिया में एक प्रकार का मूल समानत्व दिखाई पड़ेगा।

इस प्रकार भौतिकी में नये तथ्यों का संभावना हुआ और उसमें नई नई समस्याएँ सामने आईं। यद्यपि क्वांटम सिद्धांत अपने लगभग सभी प्राधुनिक रूप में पिछले 30 वर्ष से चला आ रहा है और प्राकृतिकता का विनिश्चित सिद्धांत पचास वर्ष में परन्तु इन दोनों में परस्पर सम्बन्ध स्थापित करने की जिज्ञा में ठोस प्रगति कबम होना ही नहीं हुई है। क्वांटम सिद्धांत में प्राधुनिक विकास में वह प्राकृतिकता के अधिक मंगल हो गया है और इस अनति के

पदस्वरूप उप परमाणवीय वण्टा का समझने में बड़ी सहायता मिली है फिर भी कुछ सम्झीर समस्याएँ बाकी हैं।

क्वांटम सिद्धांत का छोटकर स्वयं आपेक्षितता सिद्धांत में जिन समस्याओं का हल निकला था उसका एक विनिष्ट उदाहरण माइकल्सन मोर्ली प्रयोग है। यदि मकमवल के विद्युत् चुम्बकत्व के सिद्धांत को मत्प मानें तो ईश्वर में से हाकर गति करने पर कुछ द्रष्टव्य प्रभाव होने चाहिए, पर वास्तव में कोई ऐसा प्रभाव दिखाई नहीं पड़ा। इसके अतिरिक्त प्रेरणा से यह भी पता चला कि यदि कोई पिण्ड तात्पर्य में गति कर रहा हो तो उसका द्रव्यमान अधिक मालूम पड़ता है। द्रव्यमान में यह वृद्धि पिछले अध्याय की आकृति के OP और MP के अनुपात में होगी। इस प्रकार के तथ्य फिट्टे हुए गए और और और एक ऐसे सिद्धांत की आवश्यकता अनुभव होने लगी जिससे उन सबको समझाया जा सके।

मक्सवेल के सिद्धान्त ने कुछ समीकरणों के रूप में लिए जिन्हें मकमवल समीकरण कहते हैं। पिछली सतालीस में भौतिकी में जो भी नातिता आई हैं उनमें भी ये समीकरण दुर्ग रूप में बने रहे, वास्तव में उनका महत्त्व और उनकी निर्दिष्टता लगातार बढ़ती रही है—उनके बारे में स्वयं मकमवल की दलीलें इतनी डावाडोल थी कि उसके परिणामों की सत्यता केवल सहज ज्ञान पर आधारित थी। यह तो सही है कि ये समीकरण पारिष्व प्रयोगशालाओं में किये गए प्रयोगों में प्राप्त हुए थे, परंतु उसमें एक अतिनिहित धारणा यह थी कि दूर में पृथ्वी की गति की उपेक्षा की जा सकती है। कुछ स्थितियों में, उदाहरण के लिए माइकल्सन मोर्ली प्रयोग में यह सम्भव नहीं होना चाहिए था, क्योंकि ऐसा मानने में कुछ भ्रुति अवश्य होने चाहिए थी परंतु यह हमें ही सम्भव सिद्ध हुआ। भौतिकीविदों के सामने एक अजीब पठिनाई यह थी कि मक्सवेल के समीकरण जिनमें नहीं होने चाहिए थे उनमें कुछ अधिक ही सही थे। एक ऐसा प्रकार की समस्या की व्याख्या गैलीलियो ने आधुनिक भौतिकी के आरम्भ में ही की थी। अमेरिका लोग समझते हैं कि यदि आप किसी भार को गिराएँ तो वह ऊर्ध्वधर दिशा में गिरेगा। परंतु यदि आप यह प्रयोग किसी गतिमान जहाज के कमरे में करें तो वह भार कमरे के मापन इस ढंग से गिरता हुआ माना जाएगा स्थिर हो। उदाहरण के लिए यदि भार को छत के टीक मध्य से गिराया जाए तो वह फर्श पर टीक मध्य में गिराएँगे। इसका अर्थ यह है कि तब पर किसी प्रेक्षक की दृष्टि में वह ऊर्ध्वधर नहीं गिरता क्योंकि उसमें जहाज की गति भी सम्मिलित है। जब तक जहाज की गति एक समान रहती है सब चीजें ठीक ठीक में होती हैं मानो जहाज स्थिर हो। गैलीलियो ने समझाया कि ऐसा क्या होता है अर्थात् इसमें अरस्तू के नियम फिट्टे हुए गए थे। गैलीलियो पर आधारित प्रचलित

भौतिकी के अनुसार सीधी रेखा में एक समान गति का कोई दृग्गतीय प्रभाव नहीं पड़ता। उस समय में इस प्रकार की आपेक्षिकता उत्तनी ही विविध थी जितनी आइन्स्टाइन की आपेक्षिकता हम लगती है। आइन्स्टाइन ने अपने आपेक्षिकता के विशिष्ट सिद्धान्त में यह दिखाने का प्रयत्न किया है कि विद्युत् चुम्बकीय घटना पर ईथर में सँ होकर गुजरने का—यदि ईथर का वास्तव में अस्तित्व हो तो—काई प्रभाव नहीं पड़ता। यह तो और भी बिकट समस्या थी जो गैलीलियो के सिद्धांतों के आधार पर नहीं समझाई जा सकती थी।

इस समस्या के हल में सबसे कठिन बात समय के बारे में थी। यह आवश्यक था कि पुराने एक सापेक्षिक समय का वहिष्कार करना होगा और उसके बजाय निजी समय की धारणा रखनी होगी जिस पर हम पहले ही विचार कर चुके हैं। विद्युत् चुम्बकीय घटना के मात्रात्मक नियमों को भ्रमवेल-समीकरणों के रूप में व्यक्त किया जाता है और ये समीकरण प्रत्येक प्रेक्षक के लिए सही होते हैं चाहे उसकी गति जो भी हो। यदि दो प्रेक्षक एक दूसरे के सापेक्ष गतिमान हों और फिर भी एक ही प्रकार के समीकरण दोनों के लिए सही हों तो एक प्रेक्षक द्वारा प्रयुक्त मापका और दूसरे प्रेक्षक के मापका में अंतर मालूम करना एक सीधी गणितीय समस्या है। इस समस्या का समाधान है 'लॉरेंट्ज रूपांतरण' जो सूत्र के रूप में लॉरेंट्ज ने मालूम किए थे परन्तु आइन्स्टाइन ने उनकी व्याख्या की और उन्हें बोधगम्य बनाया। यदि हम दरिया और समयावधियाँ के बारे में एक प्रेक्षक के झोंकड़े जान हैं और उसके सापेक्ष किसी दूसरे प्रेक्षक की गति जान है तो दरिया और समयावधियाँ के लिए उसके अनुमान लॉरेंट्ज रूपांतरण से मालूम कर सकते हैं। माना कि आप एक रेलगाड़ी में हैं जो पूर्व का ओर जाने वाली है। जिस स्टेशन से आप चले माना कि उसकी घड़ी से आप समय से यात्रा कर रहे हैं। माना कि इस क्षण आपके आरम्भ बिंदु में पट्टी पर स्थित व्यक्तियों के अनुमान से x दूरी पर कोई घटना होती है। उदाहरण के लिए पटरियों पर बिजली गिरती है। आप लगातार एक समान वेग v में जा रहे हैं। अब प्रश्न यह है कि आपके अनुमान में यह घटना आपसे कितनी दूरी पर हुई और आपकी घड़ी के अनुसार जब आप चलते समय कितनी देर बाद हुई? यहाँ हम यह मानते हैं कि आपकी घड़ी रेलगाड़ी पर स्थित प्रेक्षकों की दृष्टि से सही है।

इस समस्या का हमारा ज्ञान भी हमें इस बात का पूर्ण ज्ञान देगा। मगर पहले तो हमें यह धारणा निकालना चाहिए कि प्रकाश का वेग सभी प्रेक्षकों के लिए समान होना चाहिए चाहे उनकी गति जो भी हो। फिर हमें यह भी होना चाहिए कि विभिन्न प्रेक्षकों के लिए भौतिक घटना—विशेष रूप से

विद्युत् ध्रुम्वरत्व—पर एक ही नियम लागू होना चाहिए चाहे उन प्रेक्षकों के समय और दूरी के मापकों पर गति का जो भी प्रभाव पड़ता हो। और उन $\frac{1}{\gamma}$ मापों पर एक समी प्रभाव आया (reciprocal) होना चाहिए, यद्यपि यदि आप रेलगाड़ी में हैं और आपकी गति में रेलगाड़ी के बाहर की मापों पर प्रभाव पड़ता है, तो रेलगाड़ी के बाहर वाले व्यक्तियों के लिए गाड़ी के घन्टों की मापों पर भी उसी प्रकार प्रभाव पड़ना चाहिए। समस्या का हल मान्य करने के लिए यह प्रतिबन्ध पर्याप्त है परन्तु समस्या का हल प्राप्त करने की विधि में बहुत अधिक गणित की आवश्यकता होगी जिसे यहाँ देना सम्भव नहीं होगा।

यस विषय पर सामान्य रूप से विचार करने से पहले हम एक उदाहरण लेंगे। माना कि आप एक रेलगाड़ी में हैं जो गीघी पटरियों पर है और आप पटरों की ओर प्रवाण-वेग के $3/5$ गुने वेग से जा रहे हैं। माना कि आप अपनी रेलगाड़ी की लम्बाई मापते हैं और यह 100 गज आती है। माना कि जो लोग आपका गुजरते समय एक झन्क दगते हैं वे दश वैज्ञानिक विधियाँ से एक प्रश्न करने में सफल हो जाते हैं जिसमें आपकी रेलगाड़ी की लम्बाई मापना हो जाती है। यदि वे सब काम ठीक ठीक कर लेते हैं तो उनकी माप से रेलगाड़ी की लम्बाई 80 गज आएगी। रेलगाड़ी की गति में उन्हें हर चीज की लम्बाई उस लम्बाई के भुजाबले छोटी मालूम होगी जितनी आपका अनुमान से होती चाहिए। भोजन का प्लेटें, जिन्हें आप मोल देकर रह रहे हैं बाहर वालों को अण्णकार मालूम पड़ेंगी। रेलगाड़ी की चौड़ाई की जा लम्बाई है, गाड़ी की गति की दिशा में वह उनकी $4/5$ रह जाएगी। और यह सब कुछ अच्युत होगा। माना कि आप छिडरी ■ बाहर किसी व्यक्ति का मत्स्य बन्दी (fishing rod) से जते हुए देखते हैं जो स्वयं उनकी माप से 15 फुट लम्बी है। यदि वह इसे गड़ी पकड़े हुए है तो आपका उसकी लम्बाई उतनी ही लगेगी जितनी उस व्यक्ति का और अगर वह उस पटरी की गति के लम्बवत् क्षतिज स्थिति में पकड़े हुए है तो भी आपको उसकी लम्बाई उतनी ही मालूम पड़ेगी जितना बाहर वाले व्यक्ति को। परन्तु यदि वह उस पटरी की दिशा में ही पकड़े हुए है तो वह आपका केवल धार 15 फुट लम्बी मालूम पड़ेगी। गति की दिशा में भी लम्बाईयों 20 प्रतिशत घट जाती हैं यह बात दोनों के लिए लागू होगी—जो बाहर से रेलगाड़ी में दखत है और जो गाड़ी के अन्दर से बाहर की ओर देखते हैं।

‘परन्तु समय के सम्बन्ध में पटन वाला प्रभाव और भी विचित्र है।’ यह विषय एडिंग्टन की पुस्तक आकाश काल और गुरुत्व (Space, Time and Gravitation) में पूर्णतः सुगम और स्पष्ट रूप से समझाया गया है। वह एक एक उदाहरण (aviator) की कल्पना करता है जो पृथ्वी के सापेक्ष

भौतिकी के अनुसार सीधी रखा म एक समान गति का कोई दृश्य प्रभाव नहीं पड़ता । उस समय म इस प्रकार की आपेक्षिकता उतना ही विविध थी जितनी आइंस्टाइन की आपेक्षिकता हम लगती है । आइंस्टाइन न अपने आपेक्षिकता के विनिष्ट सिद्धांत म यह निश्चय का प्रयत्न किया है कि विद्युत् चुम्बकीय घटना पर ईथर म स होकर गुजरने का—यदि ईथर का वास्तव म अस्तित्व है तो—काई प्रभाव नहीं पड़ता । यह तो और भी बिकट समस्या थी जो गैलीलियो के सिद्धान्तों के आधार पर नहीं समझाई जा सकती थी ।

इस समस्या के हल म सबसे कठिन बात समय के बारे म थी । यह आवश्यक था कि पुराने एक सावन्त्रिक समय का बहिष्कार करना होगा और उसके बजाय निजी समय की धारणा रखनी होगी जिस पर हम पहले ही विचार कर चुके हैं । विद्युत् चुम्बकीय घटना के आभात्मक नियमों को समीकरण-समीकरणों के रूप म व्यक्त किया जाता है और ये समीकरण प्रत्येक प्रेक्षक के लिए सही होते हैं चाहे उनकी गति जो भी हो । यदि दो प्रेक्षक एक दूसरे के सापेक्ष गतिमान हो और फिर भी एक ही प्रकार के समीकरण दोनों के लिए सही हो तो एक प्रेक्षक द्वारा प्रयुक्त मापकी और दूसरे प्रेक्षक के मापकी में अंतर मालूम करना एक सीधी गणितीय समस्या है । इस समस्या का समाधान है 'लॉरेंटज रूपांतरण' जो सूत्र के रूप म लॉरेंटज ने मालूम किए थे परंतु आइंस्टाइन ने उनकी व्याख्या की और उन्हें बोधगम्य बनाया । यदि हम दरिया और समयावधियों के बारे म एक प्रेक्षक के आँकड़े जानें हैं और उसके सापेक्ष किसी दूसरे प्रेक्षक की गति जानें हैं तो दूसरों और समयावधियों के लिए उसके अनुमान लॉरेंटज रूपांतरण से मालूम कर सकते हैं । माना कि आप एक रेलगाड़ी म हैं जो पूर्व का ओर जान वाली है । जिस स्टेशन से आप चले माना कि उसकी घड़ी स आप समय से यात्रा कर रहे हैं । माना कि इस क्षण आपके आरम्भ बिंदु म पटरी पर स्थित व्यक्तियों के अनुमान स x दूरी पर कोई घटना होती है । उदाहरण के लिए पटरियों पर बिजली गिरती है । आप लगातार एक समान दूरी x म जा रहे हैं । अब प्रश्न यह है कि आपके अनुमान स यह घटना आपसे कितनी दूरी पर हुई और आपकी घड़ी क अनुमान जब आप चले थे उसमें कितनी दर यात्रा हुई ? यहाँ हम यह मानते हैं कि आपकी घड़ी रेलगाड़ी पर स्थित प्रेक्षकों की दृष्टि से सही है ।

इस समस्या का हमारा ज्ञान भी हल है उस कुछ नहीं पूरी करने कागो । सचम पहले तो इसमें यह परिणाम निकलना चाहिए कि प्रकाश का वेग सभी प्रेक्षकों के लिए समान जाना चाहिए चाहे उनकी गति जो भी हो । फिर इसमें यह भी होना चाहिए कि विभिन्न प्रेक्षकों के लिए भौतिक घटनाएँ—विशेष रूप से

विद्युत् चुम्बकत्व—पर एव ही नियम लागू होना चाहिए चाहे उन प्रेशका व समय और दूरी के मापका पर गति का जो भी प्रभाव पड़ता हो। और उस हानि का मापा पर एस सभी प्रभाव अयाय (reciprocal) होने चाहिए अर्थात् यदि आप रेलगाड़ी में हैं और आपकी गति से रेलगाड़ी के बाहर की मापों पर प्रभाव पड़ता है तो रेलगाड़ी के बाहर वाले व्यक्तियों के लिए गाड़ी के अंदर की मापों पर भी उसी प्रकार प्रभाव पड़ना चाहिए। समस्या का हल मालूम करने के लिए यह प्रतिबंध पदाप्त हैं परंतु समस्या का हल प्राप्त करने की विधि में बहुत अधिक गणित की आवश्यकता होगी जिसे यहाँ देना सम्भव नहीं होगा।

इस विषय पर सामान्य रूप से विचार करने से पहले हम एक उदाहरण लेंगे। माना कि आप एक रेलगाड़ी में हैं जो सीधी पटरियाँ पर है और आप पूरब की ओर प्रवाण-वग के $3/5$ गुने वग से जा रहे हैं। माना कि आप अपनी रेलगाड़ी की लम्बाई मापते हैं और यह 100 गज आती है। माना कि जो लोग आपको गुजरते समय एक 'क्लक' दबते हैं व दक्ष ब्यापनिक विद्या से एस प्रेशन लन में सफल हो जाते हैं जिससे आपकी रेलगाड़ी की लम्बाई मालूम हो जाती है। यदि वे सब काम ठीक ठीक कर लेते हैं तो उनकी माप से रेलगाड़ी की लम्बाई 80 गज आएगी। रेलगाड़ी की दिशा में उन्हें हर चीज की लम्बाई उस लम्बाई के मुकाबले छोटी मालूम होगी जितनी आपके अनुमान से होनी चाहिए। भोजन की प्लेटें, जिन्हें आप मोल दे रहे हैं बाहर वाला या अण्णकार मालूम पड़ेगी। रेलगाड़ी की चौड़ाई की जा लम्बाई है, गाड़ी की गति की दिशा में वह उनकी $4/5$ रह जाएगी। और यह सब-कुछ अयाय होगा। माना कि आप खिड़की से बाहर किसी व्यक्ति को मस्तक बसी (fishing rod) से जात हुए देखते हैं जो स्वयं उनकी माप से 15 फुट लम्बी है। यदि वह इसे पकड़े हुए है तो आपकी उसकी लम्बाई उतनी ही होगी जितनी उस व्यक्ति का और अगर वह उसे पटरी की दिशा के सम्बन्ध क्षतिज स्थिति में पकड़े हुए है तो भी आपका उसकी लम्बाई उतनी ही मालूम पड़ेगी जितनी बाहर वाले व्यक्ति को। परंतु यदि वह उन पटरियों की दिशा में ही पकड़े हुए है तो वह आपको केवल बारह फुट लम्बी मालूम पड़ेगी। गति की दिशा में सभी लम्बाइयाँ 20 प्रतिशत घट जाती हैं, यह बात धानों के लिए सात होगी—जो बाहर से रेलगाड़ी में दबते हैं और जो गाड़ी के अन्दर से बाहर की ओर दबते हैं।

‘परंतु समय के सम्बन्ध में पटन वाला प्रभाव और भी विचित्र है। यह विषय एडिंगटन की पुस्तक आकाश काल और गुणत्व (Space, Time and Gravitation) में पूर्णतः सुगम और स्पष्ट रूप से समझाया गया है। वह एक एम उडाक (aviator) की बल्बना करता है जो पृथ्वी के सापेक्ष

161 000 मील प्रति सेकिण्ड की चाल से यात्रा कर रहा है। वह आग लावता है।

“यदि हम उस उड़ाके को ध्यानपूर्वक देखें तो हमारा अनुमान होगा कि वह अपने कार्यों में अत्यधिक सुस्त है। उसके माथ गति करत हुए मान में होने वाली घटनाएँ भी उतनी ही मंद मालूम पड़ेंगी—माना समय रुक-सा गया हो। उसका सिगार हमारे सिगार से दुगुनी देर चलता है। मैंने यहाँ जान बूझकर ‘अनुमान’ शब्द का प्रयोग किया है वास्तव में समय का अत्यधिक मन्दन मालूम पड़ेगा, परन्तु यह तो आसानी से समझ में आ जाता है क्योंकि वह उड़ाका हमसे तेजी से दूर होवा जा रहा है और प्रकाश मकेतो को हमारे पास तक पहुँचने में अधिकाधिक समय लगता जाएगा। हमने जिन मामूली मन्दन का उल्लेख किया है वह प्रकाश संचार में लगे समय की छूट धन के बाद प्राप्त होता है। यहाँ भी यह अयोग्य होगा क्योंकि उड़ाके का अनुसार हम 161 000 मील प्रति सेकिण्ड के वेग से जा रह हाग और सब प्रकार की छूट देने के बाद उसे लगगा कि हम बहुत ही सुस्त हैं। उसके अनुमान से हमारे सिगार उसके अपने सिगार से दुगुना चलेंगे।

कसी स्पर्धा की बात है। प्रत्येक व्यक्ति समझता है कि दूसरे का सिगार उसके अपने सिगार से दुगुनी देर चलता है। फिर भी उसे इतना तो स तोप हागा ही कि दूसरे व्यक्ति का दत्त चिकित्सक के यहाँ दुगुना समय लगता है।

समय का प्रश्न कुछ जटिल है क्योंकि जिन घटनाओं को एक व्यक्ति समझता है दूसरा व्यक्ति समझता है कि उनके बीच कुछ समय का अन्तर था। यह स्पष्ट करने के लिए कि समय पर प्रभाव किस प्रकार पड़ता है मैं पुन पूरव को जाने वाली उस रेलगाड़ी पर विचार करूंगा जिसका वेग प्रकाश-वेग का $3/5$ है। निदेशन के लिए मैं यह मानूंगा कि पृथ्वी बहुत बड़ी और चपटी है न कि छोटी और गोल।

यदि हम पृथ्वी के किसी निश्चित स्थान पर होने वाली घटनाओं पर विचार करें और यह जानना चाहें कि वे किसी यात्री को यात्रा आरम्भ करने के समय से कितनी देर बाद मालूम हागी तो इसका उत्तर होगा कि उसमें वह मन्दन होगा जिसका उल्लेख एडिण्टन ने किया है। यहाँ उसके अनुसार यह निष्कर्ष निकलेगा कि स्थिर व्यक्ति के जीवन का एक घण्टा रेलगाड़ी में बठ कर दखने वाले व्यक्ति का सवा घंटा लगेगा। विलोमत रेलगाड़ी में बठे व्यक्ति के जीवन का एक घंटा रेलगाड़ी से बाहर स्थित किसी व्यक्ति की दृष्टि में सवा घंटा होगा। प्रत्येक को दूसरे व्यक्ति के जीवन में गुजरा समय सवा गुना लगता है। यह अनुपात जितना सम्बाई के बार में है उतना ही समय के बार में है।

परन्तु जब हम पृथ्वी के एक ही स्थान पर होने वाली दो घटनाओं की तुलना करने के बजाय ऐसी घटनाएँ लें हैं जो एक-दूसरे से बहुत दूरी पर

है। तो परिणाम और भी विचित्र होगा। अब हम रेल की पटरियों की उन सब घटनाओं को लेंगे जो पृथ्वी पर स्थित किसी स्थिर प्रेक्षक की दृष्टि में एक ही समय पर घटी हैं। माना हम वह क्षण लेते हैं जब रेलगाड़ी वाला प्रेक्षक स्थिर व्यक्ति के पास से गुजरता है। इन घटनाओं में से जा आगे आगे वाली पटरियों पर होगी वे रेल के यात्री का पहले ही घटित मालूम पड़ेंगे और वे घटनाएँ, जो रेलगाड़ी के पीछे होती हैं, यात्री के लिए अविध्य की घटनाएँ होंगी। जब मैं कहता हूँ कि आगे की दिशा की घटनाएँ पूर्वघटित मालूम पड़ेंगी तो यह भ्रम उत्पन्न नहीं है क्योंकि उसने अभी तक उन्हें देखा भी नहीं होगा। परन्तु जब वह उन्हें देखेगा तो प्रकाश की गति से उड़कर आया निष्कर्ष यही होगा कि वे घटनाएँ उस निश्चित क्षण में पड़े ही हैं। चुकी होंगी। कोई घटना जो रेल की पटरियों पर आगे की दिशा में जाती है और जो स्थिर प्रेक्षक की दृष्टि में अभी हुई है या (उसके अनुमान से अभी हुई) उस घटना को देखा। यदि वह इतनी दूरी पर होती है जितना कि प्रकाश एक सेकण्ड में चलता है तो रेल वाले यात्री के अनुमान से वह घटना तीन (3/4) सेकण्ड पहले हुई होगी। यदि घटना उन दोनों प्रेक्षकों से इतनी दूरी पर होती है जो पृथ्वी पर स्थित प्रेक्षक के अनुमान से प्रकाश एक नय में चलता तो यात्री (जब वह उसे देखेगा) का अनुमान होगा कि घटना पृथ्वी के व्यक्ति से भेंट के समय से भी महीन पूर्व हुई होगी। घटना सपृथ्वी वाले प्रेक्षक की दूरी का प्रकाश जितने समय में तय करता है भेंट के समय रेल वाला यात्री घटना की तिथि उस समय का तीन चौथाई समय पूर्व की ही मानेगा जबकि पृथ्वी वाले व्यक्ति की दृष्टि में वे घटनाएँ अभी हो रही हैं—यह उनका अनुमान होगा कि घटनाएँ उसी समय हो रही हैं जब उनसे चलने वाला प्रकाश उस तक पहुँचता है। रेलगाड़ी के पीछे पटरियों पर आगे वाली घटनाएँ ठीक इतनी ही उत्तरदिशान्वित होंगी।

इन प्रकार यदि हम प्रेक्षक के समय से यात्री का समय मालूम करना चाहें तो हम उसमें दो गणनाएँ करने होंगे। उससे पहले हम पृथ्वीवासी के अनुमानित समय का भ्रम (5/4) करता होगा और फिर घटना से पृथ्वीवासी तक की दूरी को तय करने में प्रकाश जितना समय लेता है उसका तीन चौथाई इसमें से घटाना होगा।

किसी ऐसी घटना पर विचार कराओ जिसके बहुत दूर के किसी स्थान में होती है और पृथ्वीवासी और यात्री इस एक-दूसरे के पास से गुजरते समय देखते हैं। यदि पृथ्वीवासी का घटना की दूरी जान हो तो वह मानूँगा कि घटना इतनी दूर पहले हुई होगी क्योंकि उस प्रकाश का वह जानता है। यदि घटना उस दिशा में होगी जिधर यात्री जा रहा है तो वह यात्री समझेगा कि घटना पृथ्वीवासी के अनुमानित समय में दुगुण समय पहले हुई

है। परन्तु यदि घटना उस दिशा में हो रही है जिसमें स यात्री आ रहा है तो वह बहगा कि घटना पृथ्वीवासी के अनुमानित समय के बबल आधे समय पटन ही हुई है। यदि यात्री की चाल भिन्न हो तो वे अनुपात भी भिन्न होंगे।

अब माना कि दो नये तारे अचानक उद्घोषित होते हैं (जसा कि कभी-कभी होता है) और ये यात्री और पृथ्वीवासी को उस समय दिखाई पड़ते हैं जब वे एक दूसरे के पास से गुजर रहे थे। माना कि उनमें से एक उस दिशा में है जिसमें रेलगाड़ी जा रहा है और दूसरा उस दिशा में है जिसमें गाड़ी आ रही है। माना कि पृथ्वीवासी किसी तरह दोनों तारों की दूरी मालूम कर लेता है और वह यह अनुमान लगाता है कि रेलगाड़ी के जाने की दिशा में जो तारा है उससे पचास वर्ष पहले पचास वर्ष लगते हैं और दूसरे तारे से प्रकाश को उस तक पहुँचने में 100 वर्ष लगते हैं। तब वह बहगा कि आगे की दिशा के नव तारे की उत्पत्ति करने वाला विस्फोट पचास वर्ष पहले हुआ जबकि पीछे वाले नव तारे का उत्पन्न करने वाला विस्फोट 100 वर्ष पूर्व हुआ होगा। यात्री के अनुमान से वे आकड़े उलटें होंगे। उसका अनुमान होगा कि सामने की दिशा वाला विस्फोट 100 वर्ष पूर्व हुआ और पीछे वाला विस्फोट 50 वर्ष पहले हुआ था। मैं समझता हूँ कि दोनों का तर्क सही है और सही भौतिक प्रॉक्सा पर आधारित है। वास्तव में दोनों सही हैं पर उनमें से प्रत्येक समझेगा कि दूसरे का अनुमान झगड़ है। यहाँ ध्यान देने की बात यह है कि प्रकाश बग के बारे में दोनों का अनुमान एक सा है क्योंकि उन दो नव तारों की दूरी के बारे में उनके अनुमान ठीक उसी अनुपात में होंगे जितना विस्फोट के समय के बारे में उनके अनुमान हैं। प्रयोगों द्वारा निर्धारित यह तथ्य पुराने सिद्धान्त के मगत नहीं था इसलिए यह परमावश्यक हो गया कि हम एक अद्भुत बान को गायना दें। आपेक्षितता सिद्धान्त तथ्य से जितना संगत है उतना ही कम विचित्र लगता है। वास्तव में कुछ समय बाद वह जरा भी विचित्र नहीं लगता।

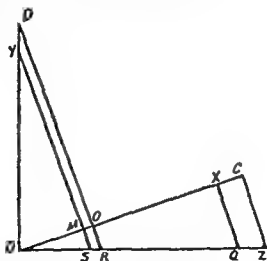
जिस सिद्धान्त पर हम विचार कर रहे हैं उसका एक और बड़ा महत्वपूर्ण लक्षण है। वह यह है कि यद्यपि दूरियाँ और समय भिन्न प्रणवों के लिए भिन्न भिन्न होते हैं, परन्तु इनमें हम बह राशि निवास कर सकते हैं जिस अन्तराल कहते हैं और यह सब प्रणवों के लिए समान होता है। आपेक्षितता के विविध सिद्धान्त में अंतराल का निम्नलिखित विधि से प्राप्त करते हैं पहले तो घटनाओं के बीच की दूरी का पता लगाते हैं, फिर दोनों घटनाओं के बीच के समय में प्रकाश जितनी दूरी तय करेगा उसका बग पता। अब इनमें जो मरदा बनी हो उसमें से दोनों का घटा देंगे। घटाने पर जो मरदा होगी उस घटनाओं के बीच के अन्तराल का बग माना जाता है। यह अन्तराल सभी प्राणियों के लिए समान होगा और यह दो घटनाओं के बीच एक सामान्य भौतिक मरदा का

व्यक्त करता है जबकि समय और दूरी ऐसा सम्बन्ध व्यक्त नहीं करते। हम पहले ही चौथे अध्याय में अंतराल का ज्यामितीय रचना बता चुके हैं, उससे भी वही परिणाम प्राप्त होता है जो उपयुक्त विधि से प्राप्त होता है। यदि दो घटनाओं के बीच का समय उस समय से अधिक है जो प्रकाश की एक घटनास्थल से दूसरे घटनास्थल तक जाने में लगता है, तो अंतराल कालमय है और विपरीत दशा में अंतराल 'आकाशमय' होगा। यदि घटनाओं के बीच का समय उस समय के ठीक बराबर है जो प्रकाश की एक घटना से दूसरी घटना तक जाने में लगता है तो अंतराल 'शून्य' होगा और यदि कोई प्रकाश उस रास्ते से गुजर रहा हो तो दोनों घटनाएँ एक ही प्रकाश किरण के भिन्न भागों पर स्थित होंगी।

जब हम आपेक्षिकता के 'यापक' सिद्धांत पर विचार करें तो हम अंतराल की धारणा का सामान्यीकरण (generalisation) करना होगा। संसार की सरलता में हम जितनी गहराई तक जाएँ, यह धारणा उतनी ही महत्वपूर्ण होगी जितनी है और अंत में हम कहने लगते हैं कि यही (अंतराल ही) वास्तविकता है। दूरियाँ और समयावधियाँ तो इसका अस्पष्ट निरूपण हैं। आपेक्षिकता सिद्धांत के कारण, संसार की मूल संरचना सम्बन्धी हमारे दृष्टिकोण में परिवर्तन आया है। यही इसकी कठिनाई है और इसी वजह से इसका महत्व है।

जिन पाठकों का 'रेखागणित' और 'बीजगणित' का थोड़ा बहुत भी ज्ञान रहा है वे इस अध्याय के बाकी भाग को छोड़ सकते हैं। परन्तु जो लोग थोड़े बहुत शिक्षित हैं उनके लाभ के लिए मैं उन सामान्य सूत्रों की कुछ व्याख्या करूँगा जिनका हमने अभी तक विविष्ट उदाहरण ही लिए हैं। जिस सामान्य सूत्र का हम जिक्र कर रहे हैं वह है लॉरेंटज रूपांतरण। इसका अनुसार यदि एक पिण्ड दूसरे के सापेक्ष निश्चित रूप से गति कर रहा हो और यदि एक पिण्ड के लिए समय और दूरियाँ ज्ञात हों तो दूसरे पिण्ड के लिए समय और दूरियाँ सूत्र से मालूम कर सकते हैं। बीजगणितीय सूत्र देने से पहले मैं 'रेखागणितीय रचना' का वर्णन करूँगा। पहले की ही भाँति माना कि दो प्रेक्षक हैं जिन्हें हम O और O' में व्यक्त करते हैं। उनमें से एक पृथ्वी पर स्थित है और दूसरा एक भीषी रेल की पटरी पर एक समान गति से जा रहा है। जब से हमने समय मापना शुरू किया था तब दोनों प्रेक्षक पटरी पर एक ही स्थान पर थे परन्तु अब उनके बीच में कुछ दूरी का अंतर है। पटरी के किसी स्थान X पर बिजली गिरती है। O का अनुमान है कि बिजली गिरने की दमक के समय रचना वाला प्रश्न O बिंदु पर पहुँच गया था। अब प्रश्न यह है कि O अपने आपको तबक से कितनी दूरी पर स्थित मानता है और उसके अनुमान से वह दमक यात्रा के आरम्भ से (जब वह O पर था) कितनी दूर याद हुई? माना कि O का अनुमान हम ज्ञात है और O' के अनुमान परिकल्पित करने = ।

O के अनुसार यात्रा प्रारम्भ होने के बाद जितना समय गुजर चुका है माना कि उस समय में प्रकाश पट्टों से साध-साध OC दूरी तय करता है। O को ये मानकर एक वृत्त साध जिनकी त्रिज्या OC हो और O से रज का पट्टी पर एक लम्ब खींचो जो वृत्त को D बिन्दु पर काटता है। OD पर एक बिन्दु Y इतनी दूरी पर लो कि $OY = OX$ हो (X पट्टी पर बट बिन्दु जहाँ बिजली गिरती है)। पट्टी पर एक लम्ब Y M खींचो और OD पर एक लम्ब OS खींचो। माना कि YM और OS S पर काटत हैं तथा DO' और OS का भाग बढ़ाने पर वे R पर मिलत हैं। X और C बिन्दु से पट्टों पर लम्ब खींचा जा OS को भागे बढ़ाने पर उसे क्रमशः Q और Z पर मिलत हैं। तब O स्वयं को दमक से जितनी दूरी पर समझता है वह दूरी R Q (O की माप के अनुसार) है। पुरान विचार के अनुसार यह दूरी O' X थी। O समझता है कि यात्रा प्रारम्भ से दमक तक के समय में प्रकाश जा दूरी तय करता है वह OC के बराबर है पर O समझता है कि यह समय उतना ही है जितनी देर में प्रकाश S Z दूरी (O की माप के अनुसार) तय करता है। O के अनुसार OX के बग म से OC का बग घटा देने पर अंतराल प्राप्त हो जाता है परन्तु O के अनुसार अंतराल का मान RQ के बग म से SZ का बग घटाने पर प्राप्त होगा। पाँडे-से प्रारम्भिक रैखिकगणित से यह सिद्ध किया जा सकता है कि ये दोनों बराबर हैं।



इस रचना में प्रयुक्त बीजगणितीय मूल इस प्रकार हैं माना कि O का दृष्टि में बार्ड पटना पट्टी के साध साध X दूरी पर होता है और यह यात्रा के प्रारम्भ में (जो O O पर था) T समय बाने हाना है। O की दृष्टि में दहा

घटना पट्टी के साथ-साथ x' दूरी पर, और यात्रा के आरम्भ से t' समय के बाद होती है। माना कि प्रवास का वेग c है और O' का वेग O के सापेक्ष v है।

$$\text{अतः मान लो कि } \beta = \frac{c}{\sqrt{c^2 - v^2}}$$

$$\text{तब } x' = \beta(x - vt)$$

$$\text{और } t' = \beta\left(t - \frac{vx}{c^2}\right)$$

यही लॉरेंट्ज़ का रूपांतरण है। इसकी सहायता से इस अध्याय की सभी गणनाएँ की जा सकती हैं।

दिक्-काल में अन्तराल

सापेक्षता के विविष्ट सिद्धान्त पर हम अभी तक विचार कर रहे थे, इससे एक निश्चित समस्या पूरी तरह हल हो गई। वह समस्या थी इस प्रायोगिक तथ्य को समझना कि यदि दो पिण्ड एक-दूसरे के सापेक्ष गति में हों तो साधारण गति की तथा विद्युत् और चुम्बकत्व से सम्बन्धित सभी भौतिकी नियम दोनों पिण्डों के लिए एक-जैसे होते हैं। एक-दूसरे की गति से यहाँ अभिप्राय है सीधी रेखा में एक-दूसरे के समान वेग से गति। हालाँकि विविष्ट सिद्धान्त से एक समस्या तो हल हो गई थी परन्तु एक दूसरी समस्या उठ खड़ी हुई। यदि पिण्डों की गति एक-दूसरे के समान नहीं हो तब क्या होगा? उदाहरण के लिए उनमें से एक पिण्ड पृथ्वी है और दूसरा पिण्ड एक गिरता हुआ पत्थर है। पत्थर की गति त्वरित है वह लगातार तेज होना जाएगा। विविष्ट सिद्धान्त के अनुसार हम यह नहीं कह सकते कि भौतिक घटनाओं के नियम पत्थर पर स्थित किसी प्रेक्षक तथा पृथ्वी पर स्थित प्रेक्षक दोनों के लिए समान होंगे। यह तो विरोधाभास है क्योंकि 'सापेक्ष दृष्टि से तो पृथ्वी स्वयं एक गिरता हुआ पिण्ड है। प्रत्येक गति हमेशा मूल की दिशा में त्वरित¹ होता रहता है जिसकी वजह से यह सीधी रेखा में जाना नहीं जाता मूल के चारों ओर घूमती है। चूंकि भौतिकी के चारों ओर हमारा ज्ञान पृथ्वी के प्रयोगों पर ही आधारित है इसलिए हमारे लिए ऐसा सिद्धान्त काफी नहीं होगा जिसमें यह माना गया हो कि प्रेक्षक की गति त्वरित नहीं है। मानसिकता के व्यापक सिद्धान्त में ऐसा कोई प्रतिषेध नहीं है इसमें प्रेक्षक की गति कभी भी हो सकती है चाहे सीधी रेखा में हो, चाहे घुमावदार, चाहे एक-दूसरे के समान हो या त्वरित हो। इस प्रतिषेध का हटाने में आइंस्टाइन अपने नए गुरुत्व नियम पर पट्टा जाम पर हम अभी विचार करेंगे। यह काम बड़ा कठिन था और इसमें उन दिनों का समय लगा था। विविष्ट

1 इसका यह अर्थ नहीं है कि उसका वेग लगातार बढ़ता है, बल्कि यह है कि उसका गिरावट लगातार बढ़ता है। यद्यपि उस गति को 'त्वरित' गति कहते हैं नियमों में गति एक समान या अनियमित हो सकती है।

मिडान्त 1905 का है जबकि व्यापक सिद्धांत 1915 का है। जब आप एक ऐसी रेलगाड़ी में हों जिसकी गति स्थिर है और यदि आप खिड़की में बाहर न देखें तो रेलगाड़ी की गति का आपको पता भी नहीं चलेगा, परन्तु जब अचानक येक लग जाते हैं तो आप आगे की गिरते हैं और आपको बिना बाहर देख ही महसूस होता है कि बाहर कुछ हो रहा है। इसी प्रकार लिफ्ट में जब तक लिफ्ट की गति स्थिर रहती है, आपको कोई विशेष बात महसूस नहीं होती, परन्तु आरम्भ में और रुकते समय जब इसकी गति त्वरित होती है, आपको पट की नाभि में अजीब सा महसूस होता है (हम इसे त्वरण ही कहते हैं चाहे गति मंद होती जा रही हो और चाहे तीव्र। मन्दन होना पर त्वरण अणुत्तरक मानेंगे)। यही ध्यान जहाज के कमरे में गिरते हुए परस्पर के लिए लागू होती है। जब तक जहाज की गति एक समान है उस समय तक कमरे के सापक्ष गिराए जाने वाले भार का आचरण ऐसा होगा माना जहाज स्थिर है, यदि वह छत के मध्य बिंदु में गिरता है तो कमरे के पक्ष के मध्य बिंदु पर ही आकर गिरेगा। परन्तु यदि उसमें त्वरण हो तो सब कुछ बदल जाएगा। यदि जहाज की चाल तेजी से बढ़ रही हो तो प्रेक्षक की दृष्टि में वह भार पीछे की ओर एक वक्र में गिरेगा, और यदि जहाज की चाल तेजी से घट रही हो तो वह आगे की ओर आगे होगा। ये सभी तथ्य सुपरिचित हैं और इन्हीं की वजह से गलीलियो और 'न्यूटन त्वरित गति का एक समान गति से विलक्षण भिन्न प्रकृति की मानते थे। परन्तु यह भेद अभी तक रहना था जब तक कि हम गति को सापक्ष में मानकर निरपेक्ष मानें। यदि प्रत्येक गति सापेक्ष हो तो पृथ्वी का लिफ्ट के सापेक्ष त्वरण भी उतना ही सत्य है जितना कि लिफ्ट का पृथ्वी का सापेक्ष त्वरण। फिर भी जब लिफ्ट ऊपर जाती है तो जमीन पर स्थित लोग व पेट की नाभि में किसी प्रकार की अनुभूति नहीं होती। इससे हमारी समस्या की कठिनाई स्पष्ट होती है। यद्यपि आधुनिक युग में भौतिकी बिंदु निरपेक्ष गति में विश्वास नहीं करता, पर वास्तव में गणितीय भौतिकी में अब भी 'न्यूटन की धारणाएँ घुमी हुई थीं। अपनी प्रणाली से उनका बहिष्कार करने के लिए विधियाँ में त्राटिक परिवर्तना की आवश्यकता थी। यह त्राटि आइन्स्टाइन के आपेक्षिकता के व्यापक सिद्धांत में ला दी।

यह एक हद तक हमारी इच्छा पर निर्भर है कि आइन्स्टाइन के नये विचारों की प्राप्ति करने के लिए कहाँ से शुरू करें, पर सापेक्ष अन्तराल का धारणा का लेकर शुरू करना अच्छा रहेगा। आपेक्षिकता के विनिष्ट मिडान्त में इस उपस्थिति का जो उल्लेख आया है वह आकाश और काल में दूरियों की परस्परगत धारणा का ही सामान्यीकरण है परन्तु इसका और ध्यान भी सामान्यीकरण करना आवश्यक है। यही सबसे पहले विज्ञान के इतिहास का ध्यान करना आवश्यक होगा और इसके लिए हम पाश्चात्तय से

ही शुरू करेंगे।

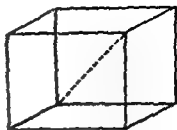
इतिहास की कई महान् विभूतियों की भाँति, सम्भवत पाइथागोरस का अस्तित्व था ही नहीं वह एक अधकाल्पनिक व्यक्ति था जिसमें गणित और पुरोहिताई का अनिश्चित मात्राओं में मिश्रण था। मोटे तौर से वह बुद्ध और कपयूशस का समकालिक था। उसने एक धार्मिक सम्प्रदाय की स्थापना की, जिसका विचार था कि मेम की फलियाँ खाना पाप है और उसने एक गणितज्ञ सम्प्रदाय (school of mathematicians) की भी स्थापना की जो समकोण त्रिभुजों में विशेष रूप से रुचि रखते थे। पाइथागोरस की प्रमेय (यूक्लिड का 47वें साध्य) के अनुसार किसी समकोण त्रिभुज के दो छोटी भुजाओं के वर्गों का योग समकोण के सामने वाली भुजा के वर्ग के बराबर होता है। सम्पूर्ण गणित में किसी भी साध्य का इतना रुचिकर इतिहास नहीं है। हमने युवावस्था में इसे सिद्ध करना सीख लिया था। यह तो भ्रम है कि 'उपपत्ति' (proof) से कुछ भी सिद्ध नहीं होता और इसका केवल प्रयोग द्वारा ही सिद्ध किया जा सकता है। एक बात यह भी है कि यह साध्य पूर्णतः सत्य नहीं है—यह केवल मनिफेस्ट रूप से ही सत्य है परन्तु ज्यामिति और उसके बाद भौतिकी में सभी चीजें इसी से ही उत्तरोत्तर सामांयिकरण द्वारा निगमित (derived) हुई हैं। इनमें से नवीनतम सामांयिकरण आपेक्षिकता का व्यापक सिद्धांत ही है।

सम्भवत पाइथागोरस का प्रमेय स्वयं मिश्रवासी के अनुभव पर आधारित नियम का सामांयिकरण था। मिश्र में बहुत प्राचीन काल से यह बात थी कि यदि किसी त्रिभुज का भुजाएं 3, 4 और 5 मात्रक लम्बी हों तो वह समकोण त्रिभुज होता है। मिश्रवासी इस नियम का प्रयोग अपने खेतों का मापन के लिए किया करते थे। अब यदि किसी त्रिभुज की भुजाएं 3, 4 और 5 इंच लम्बी हों तो उनके वर्ग 9, 16 और 25 वर्ग इंच के होंगे 9 में 16 जोड़ दें तो यह 25 के बराबर आता है। तीन का तीन बार लिखने के बजाय 3² चार का चार बार लिखने के बजाय 4² और पाँच को पाँच बार लिखने के बजाय 5² लिखा जाना है। इसलिए अब

$$3^2 + 4^2 = 5^2$$

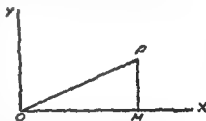
यह माना जाता है कि पाइथागोरस ने जब मिश्र आया तो यह सीखा कि जिस त्रिभुज की भुजाएं 3, 4 और 5 होती हैं वे समकोण होंगे तो उसका ध्यान इस तथ्य का आर गया। उसने देखा कि यह एक सामान्य नियम हो सकता है और इस प्रकार वह अपने प्रसिद्ध प्रमेय पर पहुँचा कि सभी समकोण त्रिभुजों में समकोण के सामने वाली भुजा पर वर्ग बाकी दो भुजाओं पर वर्गों के योग के बराबर होता है।

इसी प्रकार तीन विमाया में भी होता है। यदि आप कोई समकोण ठोस वस्तु लें तो उसका विकर्ण (जो बिन्दुदार रेखा से दिखाया गया है) पर वग उसकी तीन भुजाया पर चने वर्गों के योग के बराबर होता है।



पुराने लोग इस सम्बन्ध में यहाँ तक तो पहुँच गए थे।

इसमें अगला महत्वपूर्ण काम डेकार्ट ने किया। उसने पाइथागोरस प्रमेय को विश्लेषिक ज्यामिति की विधि का आधार बनाया। माना कि आप किस समतल पर सभी स्थानों को क्रमबद्ध रूप में दिखाना चाहते हैं—हम समतल का इतना छोटा मानेंगे कि पृथ्वी के गोल होने के प्रभाव को नगण्य माना जा सके। माना कि आप समतल के मध्य में रहते हैं। किसी स्थान की स्थिति बताने की सबसे सरल विधि यह है कि आप वह मेरे घर से चलकर आप इतनी दूर पूव का जाएँ, फिर उसके बाद इतनी दूर उत्तर की ओर जाएँ (या पहले पश्चिम की तरफ और फिर उसके बाद दक्षिण की तरफ जाएँ)। इससे आपका पता चल जाता है कि समुद्र स्थान कहाँ पर है। अमेरीका के समकाल चतुर्भुज के आवार के सहारा के लिए सबसे स्वाभाविक विधि यही है।



‘यूयाक’ में आपका पता चलेगा कि पहले आपका पूव की (या पश्चिम की) ओर इतने स्टाक जाना है फिर इतने स्टाक उत्तर (या दक्षिण) जाना है। पूव की ओर आपको जितना

चलना है वह x कहलाता है और उत्तर की ओर वाली दूरी y कहलाती है (यदि आपको पश्चिम की ओर जाना है तो x ऋणात्मक होगा और दक्षिण की ओर जाने पर y ऋणात्मक होता है)। माना कि आपका आधारभूत बिन्दु (‘मूल’ बिन्दु) O है, और आप पूव दिशा में OM दूरी तक जाते हैं और उत्तर दिशा में MP दूरी तक जाते हैं। जब आप P पर पहुँच जाते हैं तो आप घर से कितनी दूरी पर हैं? पाइथागोरस के प्रमेय से इसका उत्तर मिलता है। OP पर वग OM और MP के वग के योग के बराबर है। यदि OM चार मील है और MP तीन मील है तो OP पाँच मील होगा। यदि OM बारह मील है और MP पाँच मील हो तो OP तेरह मील होगा, क्योंकि $12^2 + 5^2 = 13^2$ । इस प्रकार यदि स्थान निर्धारण के लिए आप डेकार्ट की विधि का प्रयोग करते हैं तो स्थान की स्थिति बताने के लिए पाइथागोरस का प्रमेय आवश्यक

है। तीन विभाओं में भी यह समरूप है। माना कि किसी समतल पर स्थान निर्धारण के बजाय आप उसके ऊपर नियन्त्रित गुब्बारा के लिए स्थान निर्धारित करना चाहते हैं तो आपको एक तीसरी राशि और रखनी होगी और वह है गुब्बारे की ऊँचाई। माना कि ऊँचाई z है। यदि O से गुब्बारे की सीधी दूरी r हो तो

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2$$

अब यदि आपको x, y और z का मान ज्ञात हो तो r का मान मालूम कर सकते हैं। उदाहरण के लिए माना कि गुब्बारे तक पहुँचने के लिए आप पहले 12 मील पूव 4 मील उत्तर और फिर 3 मील ऊपर जाते हैं तो गुब्बार की आपसे सीधी दूरी 13 मील होगी क्योंकि $12 \times 12 = 144$, $4 \times 4 = 16$, $3 \times 3 = 9$ तथा $144 + 16 + 9 = 13 \times 13$ ।

अब माना कि पृथ्वी-तल का इतना छोटा भाग लेने के बजाय जिस आप चपटा मान सकें आप ससार का एक नक्शा बनाना चाहते हैं। एक चपटे कागज पर ससार का यथाय नक्शा बनाना असम्भव है। एक ग्लोब सही हो सकता है क्योंकि उस पर ही चीजें यथास्वेत बनाई जा सकती हैं परन्तु एक चपटा नक्शा सही नहीं हो सकता। मैं "यावहारिक" कठिनाई का उल्लेख नहीं कर रहा हूँ, मैं तो एक सैद्धान्तिक असम्भाव्यता बता रहा हूँ। उदाहरण के लिए ग्रीनविच के याम्योत्तर और पश्चिमी रेखा के 90वें याम्योत्तर के उत्तरी आधे भाग का साथ विपुल रेखा सेन पर जो त्रिभुज बनेगा उसकी सभी भुजाएँ बराबर होगी और सभी कोण समकोण होंगे। चपटे पृष्ठ पर इस प्रकार का त्रिभुज बनाना असम्भव है। दूसरी ओर चपटे पृष्ठ पर आप एक बग बना सकते हैं परन्तु गोले पर बग बनाना असम्भव है। माना कि आप पृथ्वी पर बग बनाना चाहते हैं पहले आप 100 मील पश्चिम जाएँ फिर 100 मील उत्तर फिर 100 मील पूव और फिर 100 मील दक्षिण। आप समझेंगे कि यह एक बग बन जाएगा परन्तु वास्तव में ऐसा नहीं है क्योंकि अन्त में आप वापस अपने आरम्भ-स्थान पर नहीं पहुँचेंगे। यदि आपके पास समय हो तो आप यह प्रयोग स्वयं ही करके देख सकते हैं। यदि नहीं तो भी यह आपको आसानी से स्पष्ट हो जाएगा। यदि आप ध्रुव के आस पास हों तो 100 मील जाने में अधिक रेखा गुजर जाएंगी जबकि समकी तुलना में विपुल पर कम रेखा गुजरती है। इसलिए जब आप 100 मील पूव दिशा में जाते हैं—यदि आप उत्तरी गोलार्ध में हैं तो आप जिस बिन्दु से चलें उससे आगे पूव की ओर पहुँच जाते हैं और आरम्भ-स्थान के बजाय किसी और स्थान पर पहुँच जाते हैं। अब हम एक दूसरा उदाहरण देंगे। माना कि आप विपुल रेखा पर ग्रीनविच याम्योत्तर में 4000 मील पूव से चलना आरम्भ करते हैं और ग्रीनविच याम्योत्तर तक आते हैं और तब आप

उमक साथ साथ ग्रीनविच से गुजरते हुए 4000 मील उत्तर में जाते हैं और डेटलड द्वीप के पास पास पहुँच जाते हैं उसके बाद आप 4000 मील पूर्व की ओर जाते हैं और फिर 4000 मील दक्षिण में जाते हैं। इससे आप विपुवत् रेखा के उस स्थान पर पहुँच जाएँगे जो आपका आरम्भ-स्थान से और आगे पूर्व की ओर 4000 मील दूर होगा।

जो कुछ हमने अभी बताया एक दृष्टि से वह उचित नहीं है क्योंकि विपुवत् रेखा का छोड़कर कहीं भी किसी स्थान से पूर्व की ओर वाला किसी दूसरे स्थान तक जान के लिए पूर्व दिशा में जान वाला भाग 'यूनतम भाग' नहीं होगा। माना कि एक जहाज (उदाहरण के लिए) 'यूयाक' से निस्सृत जा रहा है, जो 'यूयाक' के लगभग पूर्व में है, तो सबसे पहले वह कुछ दूर उत्तर की ओर जाएगा। वह एक 'बहुद वृत्त' से होकर जाएगा, अर्थात् वह वृत्त जिसका केन्द्र पृथ्वी के केन्द्र पर होगा। पृथ्वी-तल पर यदि कोई सीधी रेखा खींची हो तो लगभग यही सबसे सीधी रेखा होगी। रेखाओं के मामलों में बहुद वृत्त होते हैं। विपुवत् वृत्त भी बहुद वृत्त है परन्तु प्रक्षेप के समानांतर रेखाएँ बहुद वृत्त नहीं होती। इसलिए हमारा अनुमान यह होना चाहिए था कि जब आप डेटलड द्वीप पर पहुँचते हैं तो आप 4000 मील की यात्रा कर लेते हैं, पर पूर्व की ओर नहीं बल्कि एक बहुद वृत्त पर जिससे आप डेटलड द्वीप के पूर्व में किसी स्थान पर पहुँचते हैं। इससे हमारे निष्कर्ष का समर्थन ही होता है अर्थात् आप आरम्भ बिंदु से पृथ्वी के मुकाबल में और नो अधिक पूर्व में पहुँचते हैं।

एक गले की ज्यामिति में और एक समतल की ज्यामिति में क्या-क्या अंतर होते हैं? यदि आप पृथ्वी पर एक त्रिभुज खींचें जिसकी भुजाएँ बहुद वृत्त हों तो आप देखेंगे कि उसका कोण का माप दो समकोणों के बराबर नहीं होगा, उनका माप हमेशा अधिक होगा। उनका माप दो समकोणों से कितना अधिक होगा, यह त्रिभुज के आकार पर निर्भर करता है। आप अपने घास के मैदान में रस्सा की सहायता से जो त्रिभुज बना सकते हैं या परम्पर दिखाई देने वाले तीन जहाजों से जो त्रिभुज बनाते हैं उनके कोणों का माप दो समकोणों से इतना कम परिमाण में ही अधिक होगा कि आप उस अंतर का आलूम भी नहीं कर सकते। परन्तु यदि आप विपुवत् रेखा ग्रीनविच के मामलों में तथा 90° मामलों में मिलाकर एक त्रिभुज बनाएँ तो इसके कोणों का माप दो समकोणों के बराबर होगा। आप ऐसे त्रिभुज भी बना सकते हैं जिनके कोणों का माप 6 समकोणों तक हो सकता है। आप यह सब पृथ्वी-तल पर ही गई मापों से ही कर सकते हैं। इसमें आपको बाहरी आकाश की आवश्यकता नहीं पड़ेगी।

एक गले पर ली गई दूरियों के लिए पाइथागोरस का प्रमेय भी सत्य

सिद्ध होगा। पृथ्वी से बढ़ किसी यात्री की दृष्टि में किन्हीं दो स्थानों के बीच की दूरी उनसे गुजरने वाले बहद वृत्त पर दूरी के बराबर होगी अर्थात् पृथ्वी से दूर हटे बिना की जाने वाली 'यूनितम' यात्रा के बराबर होगी। माना कि आप तीन बहद वृत्तों के छोट भाग लेकर एक त्रिभुज बनाते हैं और माना कि उनमें एक भुजा एक दूसरी भुजा से समकोण पर है—विशिष्ट उदाहरण के रूप में माना कि एक भुजा विपुक्त रेखा है और उत्तर की ओर जाने वाला ग्रीनविच का दाय्योत्तर दूसरी भुजा है। माना कि आप विपुक्त रेखा पर 3000 मील जाते हैं और फिर उत्तर की ओर 4000 मील तक जाते हैं तो बहद वृत्त के साथ साथ आपन पर आप आरम्भ बिन्दु से कितनी दूर होंगे? यदि आप एक समतल पर हाते तो आपकी दूरी 5000 मील होती जसा कि पहले ही बता चुके हैं। पर वास्तव में बहद वृत्त पर आपकी दूरी काफी कम होगी। किसी गोले पर बने समकोण त्रिभुज में समकोण के सामन वाली भुजा का वग बाकी दो भुजाओं के वग के योग से कम होता है।

गोले की ज्यामिति और समतल की ज्यामिति में ये भेद नज (intrinsic) हैं अर्थात् इनकी सहायता से आप यह बता सकते हैं कि जिस तल पर आप रहते हैं वह समतल है या गोलार्कार है और इसके लिए आपको तल के बाहर की किसी चीज की सहायता लेने की आवश्यकता नहीं होगी। इन विचारों से हमारे विषय में एक नया महत्वपूर्ण चरण आया जिसके प्रस्तावक थे गाउस। उनका समय अब से डेढ़ सौ वर्ष पूर्व का है। उन्होंने पृष्ठीय सिद्धांत (theory of surfaces) का अध्ययन किया और बताया कि बिना बाहर जाए ही स्वयं पृष्ठ पर हा लिय गए मापों की सहायता से हम पृष्ठीय सिद्धांत में काम मालूम कर सकते हैं। आकाश में किसी बिन्दु के स्थान निर्धारण के लिए हम तीन मापों की आवश्यकता होती है परन्तु एक पृष्ठ पर किसी बिन्दु का स्थान निर्धारित करने के लिए केवल दो मापों की आवश्यकता होती है—उदाहरण के लिए पृष्ठीय के तल पर किसी बिन्दु का स्थान अक्षांश और रेखांश से निर्धारित किया जा सकता है।

अब गाउस ने मान्यता किया कि चाहे आप माप की जो भी प्रणाली प्रयुक्त करें और चाहे पृष्ठ किसी भी प्रकार का हो पृष्ठ पर यदि दो बिन्दुओं का दूरी बहुत अधिक न हो तो उसके स्थान को निर्धारित करने वाली राशियाँ ज्ञात हान पर आप हमेशा उनके बीच की दूरी परिकलित कर सकते हैं। दूरियों को मान्यता करने का सूत्र पाइथागोरस के सूत्र का सामान्यीकरण ही है। इसका अनुसार दूरी का वग स्थान निर्धारित करने वाली मापों के वग के घनत्व और उनकी गुणा के रूप में लिया जा सकता है। यदि आपको यह सूत्र पता हो तो आप पृष्ठ के नज गुणधर्म (intrinsic properties) पता कर सकते हैं अर्थात् वे सब गुण जो पृष्ठ के बाहर के किसी बिन्दु में सम्बंधित

दिक्-काल में अंतराल

नहीं हैं। उदाहरण के लिए आप यह मालूम कर सकते हैं कि किसी त्रिभुज के कोणों का योग दो समकोण के बराबर है, उससे अधिक है या कम है या कुछ त्रिभुजों में कम और कुछ में अधिक है।

परंतु यदि हम किसी 'त्रिभुज' पर विचार करते हैं तो हम पहले स्पष्ट करना होगा कि उससे हमारा अभिप्राय क्या है क्योंकि अधिकांश पृष्ठ ऐसे होंगे कि उन पर सीधी रेखा हो ही नहीं सकती। किसी गोले पर सीधी रेखाओं के बजाय बहवृत्त लेने होंगे क्योंकि उसके लिए वे ही सीधी रेखा के सबसे समीप होंगे। साधारणतः हम सीधी रेखाओं के बजाय वे रेखाएँ लेते जो पृष्ठ पर एक स्थान से दूसरे स्थान के यूनतम पथ को व्यक्त करती हों। ऐसी रेखाओं को 'जियोडैसिक' कहते हैं। पृथ्वी पर जियोडैसिक बहवृत्त ही होते हैं। यदि आप पृष्ठ से दूर नहीं जा सकते तो साधारणतः एक स्थान से दूसरे स्थान तक जाने के लिए 'यूनतम' भाग में ही होते हैं। किसी पृष्ठ की नज ज्यामिति (intrinsic geometry) में ये सीधी रेखाओं के स्थान पर होते हैं। जब हम यह जानना चाहें कि त्रिभुज के कोणों का योग दो समकोण है या नहीं तो हम ऐसे त्रिभुज के बारे में कहते हैं जिसकी भुजाएँ जियोडैसिक हैं। और दो बिंदुओं के बीच की दूरी पर विचार करते समय हमारा अभिप्राय होता है जियोडैसिक पर दूरी में।

हमारे सामांयीकरण प्रक्रम का अगला चरण जरा कठिन है। वह है अयूक्लिडीय ज्यामिति (Non-Euclidean Geometry) के रूप में परिवर्तन (transition)। हम एक ऐसे सतह में रहते हैं जहाँ आकाश की तीन भुजाएँ हैं और हमारा आनुभविक ज्ञान छोटी दूरियों और छोटे कोणों की भाँति पर आधारित है। (जब मैं छोटी दूरियाँ कहता हूँ तो मेरा अभिप्राय है ज्योतिष दूरियाँ का तुलना में छोटी, इस दृष्टि से पृथ्वी पर सभी दूरियाँ छोटी ही हैं) पहले यह माना जाता था कि हम आनुभव से यह निश्चित मान सकते हैं कि आकाश यूक्लिडीय है—उदाहरण के लिए यह कि त्रिभुज के कोणों का योग दो समकोण होता है। परंतु धीरे-धीरे यह माना जाने लगा कि हम इसे तक दूर न बढ़ा सकते हैं, यदि ऐसा हो सकता है तो यह केवल माप के आधार पर ही हो सकता है। आइंस्टाइन से पहले यह माना जाता था कि प्राप्य यथायथा की सीमा में, मापों से यूक्लिडीय ज्यामिति की पुष्टि होती है, परंतु अब ऐसा नहीं माना जाता है। यह अब भी सत्य है कि हम प्राकृतिक युक्ति से आइंस्टाइन इस निष्कर्ष पर पहुँचा कि बड़े प्रदेशों में जहाँ पर पदार्थ विद्यमान हो वहाँ हम आकाश को यूक्लिडीय नहीं मान सकते। इसके कारणों की हमें भाग आवश्यकता पड़ेगी। अभी तो हमारा सम्बन्ध केवल इस बात से है कि

गाउस के विचारों के सामान्यीकरण स अ यूक्लिडिय ज्यामिति किस प्रकार -
युत्पन्न होता है।

निविमितीय आकाश की परिस्थितियाँ भी उदाहरण के लिए गोले के पृष्ठ जसी ही होनी चाहिए। हो सकता है कि किसी त्रिभुज के कोणों का योग हमेशा ही दो समकोण से अधिक हो और यह अधिकता त्रिभुज के आकार के अनुपात में होती है। हो सकता है कि दो बिंदुओं के बीच की दूरी को भी एक एम हा सूत्र से व्यक्त करना सम्भव हो सके जसा कि गोले के पृष्ठ के लिए होता है परन्तु इसमें दो के बजाय तीन राशियाँ होंगी। यह वास्तव में ऐसा होता है या नहीं केवल प्रायोगिक माप से ही मालूम कर सकते हैं। इस प्रकार की समस्या सम्भावनाएँ हो सकती हैं।

इस प्रकार की विचारधारा का विकास सबसे पहले रीमान (Riemann) ने अपने प्रबंध 'वह परिकल्पना जो ज्यामिति का आधार है (1954) में किया था। उसमें गाउस के निष्कर्षों को निविमितीय आकाश में विभिन्न प्रकार के पृष्ठों के लिए प्रयुक्त किया गया है। उसने दिखाया कि किसी प्रकार के आकाश के मुख्य लक्षण छोटी दूरियाँ के लिए प्रयुक्त सूत्रों से मालूम किए जा सकते हैं। उसने यह माना कि यदि तीन निर्धारित दिशाओं में ऐसी दूरियाँ दी हुई हों जिनसे आप एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक पहुँच सकें तो आप इन बिंदुओं के बीच की दूरी ज्ञात कर सकते हैं। उदाहरण के लिए, यदि आप जानते हैं कि एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक जाने के लिए पहले इतनी दूरी पूर्व जाना होगा फिर इतनी दूरी उत्तर और अंत में इतनी दूरी दक्षिण में ठीक ऊपर जाना पड़ेगा तो आप एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक की दूरी परिकल्पित कर सकते हैं। और इस परिकल्पना का नियम पाइथागोरस प्रमेय का ही एक रूप होगा क्योंकि जो दूरी मालूम करनी है उसका वर्ग अवश्य दूरियों के वर्गों के गुणज और सम्भवतः अथवा वा गुणा करके उनके गुणजों का भी एक साथ जोड़ देने से प्राप्त होता है। सूत्र के कुछ संशोधनों से आप बता सकते हैं कि जिस आकाश के बारे में विचार किया जा रहा है वह किस किस्म का है। ये संशोधन इस बात पर निर्भर नहीं करते कि बिंदुओं के स्थान निर्धारण के लिए कौनसी पद्धति चुनी गई है।

आपेक्षितता सिद्धान्त में हम जिस बात पर पहुँचना चाहते हैं उसमें लिए हम एक सामान्यीकरण और करना पड़ेगा हम दो बिंदुओं के बीच की दूरी के बजाय दो घटनाओं का अंतराल रखना पड़ेगा। इससे हम शिवालय में पहुँच जाते हैं। हम पहले ही देख चुके हैं कि आपेक्षिकता के विशिष्ट सिद्धान्त में यदि दो घटनाओं के बीच की समयवधि में प्रकाश जितनी दूरी तय करता है उसका वर्ग में घटनाओं के बीच का दूरी का वर्ग घटा दें तो अंतराल का वर्ग प्राप्त हो जाता है। व्यापक सिद्धान्त में हम इस विशिष्ट प्रकार के

अंतराल को नहीं मानते हैं। गुरु में हम उस व्यापक रूप से आरम्भ करते हैं, जैसा कि रीमान ने दूरी के लिए प्रयुक्त किया था। इसके अतिरिक्त रीमान की भाँति आइंस्टाइन का सूत्र पास पास की घटनाओं के लिए ही प्रयुक्त किया गया था अर्थात् ऐसी घटनाओं के लिए जिनके बीच का अंतराल छोटा हो। इन आरम्भिक संकल्पनाओं का बाहर जा भी है वह पिण्डों की वास्तविक गति पर जिस प्रकार निर्भर करता है वह हम आगे के अध्यायों में बताएँगे।

अब हम इस पूरी विधि को संक्षेप में एक बार फिर से दोहरा दें। तीन बिन्दुओं में किसी निश्चित बिन्दु (मूल बिन्दु) के सापेक्ष किसी दूसरे बिन्दु की स्थिति तीन राशियाँ (निर्देशांक) से निर्धारित की जा सकती है। उदाहरण के लिए यदि आप जानते हों कि पहले एक निश्चित दूरी तक पूर्व में जान के बाद, फिर एक निश्चित दूरी तक उत्तर में जाकर अंत में एक निश्चित दूरी तक ऊपर जाने पर आप किसी गुब्बारे तक पहुँच सकते हैं तो आपका घर के सापेक्ष गुब्बारे की स्थिति निर्धारित मानी जाएगी। और यदि, जैसा कि इस स्थिति में है तीन निर्देशांक उसी तीन दूरियाँ हैं जो परस्पर समकोण पर हैं और एक के बाद एक उन पर जाने से आप मूल बिन्दु से लक्षित बिन्दु तक पहुँच सकते हैं। तो उस लक्षित बिन्दु तक की सीधी दूरी का वग निर्देशांक के वग के योग का बराबर होगा। चाहे यूक्लिडीय आकाश या अयूक्लिडीय हर हालत में निर्देशांक के वर्गों के गुणज और गुणनफल के गुणज को किसी विनिष्ट नियम के अनुसार जोड़ने पर हम दूरी का वग प्राप्त किया जा सकता है। ये निर्देशांक किसी बिन्दु की स्थिति को निर्धारित करने वाली कोई भी राशि हो सकती है यहाँ कि पास वाले दूसरे बिन्दु के निर्देशांक की राशियाँ भी इन राशियों के समीप की ही हों। आपत्ति के व्यापक सिद्धांत में समय का ध्यस्त करने वाला हम एक चौथा निर्देशांक भी रखते हैं और तब हमारा मूल स्थानीय दूरी के बजाय अंतराल व्यक्त करता है। इसके साथ-साथ हम यह भी मानते हैं कि हमारा मूल छोटी दूरियों के लिए ही सही है।

इस प्रकार अब हम आइंस्टाइन के गुरुत्व-सम्बन्धी सिद्धांत पर चर्चा करने के लिए समर्थ हैं।

आइन्स्टाइन का गुरुत्वाकर्षण नियम

आइन्स्टाइन के नये नियम पर विचार करने से पहले हमारे लिए प्रश्न होगा कि हम तकयुक्त ढंग से यह समझें कि 'यूटन' का गुरुत्वाकर्षण नियम पूणतः सत्य नहीं हो सकता।

'यूटन' का कहना है कि पदार्थ के दो कणों के बीच एक बल होता है जो उनके द्रव्यमानों की गुणा के अनुमानुपाती और उनके बीच की दूरी के व्युत्क्रमानुपाती होता है। अभी यदि हम द्रव्यमान के प्रश्न को छोड़ दें तो इसका मतलब यह होगा कि दो कणों के बीच का दूरी एक मील होने पर उनके बीच जो आकर्षण होगा दूरी दो मील होने पर यह आकर्षण उसका चौथाई और दूरी तीन मील होने पर उसका नवाँ भाग होगा इत्यादि इत्यादि। दूरी बढ़ने के साथ साथ आकर्षण बहुत तेजी से घटता है। परन्तु इसमें 'यूटन' ने जहाँ दूरी के बारे में कहा है तो उसका अभिप्राय था किसी क्षण उनके बीच की दूरी उसका विचार था कि समय के बारे में कोई द्विविधा नहीं हो सकती। परन्तु हम देख चुके हैं कि यह उसका भ्रम था। किसी एक प्रेक्षक की दृष्टि में पृथ्वी और सूर्य पर जैसे एक ही समय कहा जा सकता है वे किसी दूसरे प्रक्षक की दृष्टि में भिन्न समय होंगे। इसलिए किसी एक क्षण पर दूरी एक व्यक्तिनिष्ठ सत्यता है जिसका अन्तरिम-सम्बन्धी नियमों में कोई स्थान नहीं हो सकता। फिर भी हम कह सकते हैं कि हम समय का ग्रीनविच क्षेत्राला के अनुसार मापेंगे और इस प्रकार अपने नियमों को एक निश्चित रूप दे सकते हैं। परन्तु हम यह नहीं मान सकते हैं कि पृथ्वी की आकस्मिक परिस्थितियों का विचार महत्व दिया जाए इसलिए दूरी के अनुमान भी विभिन्न प्रक्षकों के लिए भिन्न भिन्न होंगे। अब हम यह मानने के लिए तैयार नहीं हैं कि गुरुत्वाकर्षण नियमों का जो रूप 'यूटन' ने दिया वह पूणतः सही है क्योंकि हम जितनी भी विभिन्न प्रणालियाँ अपनाएँगे उन सबसे भिन्न भिन्न परिणाम प्राप्त होंगे। यह उतना ही बलुआ है जितना यह कहना हो कि एक व्यक्ति के द्वारा दूसरे व्यक्ति की हत्या का प्रश्न हमें बताने पर निर्भर करना है कि व्यक्तिनिष्ठता के

आइन्स्टाइन का गुट्वाक्पण नियम

नाम दिये गए हैं या उनके गोत्र दिये गए हैं। यह तो स्पष्ट ही है कि भौतिक नियमों में कोई अंतर नहीं पड़ता, चाहे दूरी मीला में मापी जाए चाहे किलो-मीटर में, और हमारा सम्बन्ध मुख्यतः उसी सिद्धान्त के विस्तृत रूप में है।

हमारे माप उससे भी अधिक परम्परागत हैं जितने कि आपक्षिकता के विशिष्ट सिद्धान्त में माप हैं। इसके अतिरिक्त प्रत्येक माप भौतिक साधना द्वारा सम्पन्न एक प्रथम है, जिसके परिणाम निश्चय ही प्रायोगिक घाँटे मात्र है, परन्तु उनकी व्याख्या उस ढंग से नहीं की जा सकती जसा कि सामान्य भाषा की जाती है। इसलिए अभी हम यह नहीं मान सकते कि हम किसी चीज को मापने की विधि पहले से ही जानते हैं। हम मानते हैं कि एक भौतिक राशि होती है जिसे 'अंतराल' कहते हैं। यह ऐसी दो घटनाओं का सम्बन्ध को व्यक्त करती है जो एक दूसरे से बहुत दूर नहीं हैं, परन्तु हम यह नहीं मानते कि इसे मापने की विधि पहले से ही ज्ञात है। हम तो केवल इतना मानते हैं कि यह पाइथागोरस प्रमेय या एक प्रकार का सामाजीकरण है जसा कि हमने पिछले अध्याय में माना था।

परन्तु हम यह मानते हैं कि घटनाओं का एक क्रम होता है और यह क्रम अनुविनितीय है। इसका मतलब है कि यदि हम कहें कि कोई घटना किसी दूसरी घटना के भुजाबले किसी अन्य तीसरी घटना से अग्रिम समीप है तो इसका अर्थ स्पष्ट है। इसलिए सही सही माप लेने से पहले भी हम किसी घटना का सामीप्य बता सकते हैं। और हम यह भी मानते हैं कि दिक्-काल में किसी घटना की स्थिति निर्धारित करने के लिए चार राशियाँ (निर्देशांकों) की आवश्यकता होती है—जैसे बायुमान पर बिस्फोट वाले उदाहरण में देखाया, अक्षांश, ऊँचाई और समय। परन्तु हमने इस बारे में कोई धारणा नहीं बनाई कि ये निर्देशांक किस प्रकार निर्धारित किए जाएँ केवल इतना ही माना है कि समीपस्य घटनाओं के लिए समीपस्य निर्देशांक ही लिये जाएँ।

ये सत्पाएँ जिन्हें हम निर्देशांक कहते हैं इनका निर्धारण न तो पूर्णतः स्वेच्छ ही है और न ही 'गुट्ठा मापा' पर आधारित है—यह इन दाना का बीच का है। यदि आप लगानार यात्रा कर रहे हो तो आपने निर्देशांक ऋतुवा के साथ नहीं बदले जान चाहिए। अमरीका में ऐसा दबने में आता है कि (उदाहरण के लिए) गली न० 14 और गली न० 15 के बीच का मकाना के नम्बर 1400 और 1500 के बीच के होंगे, जबकि गली न० 15 और गली न० 16 के बीच के मकाना के नम्बर 1500 और 1600 के बीच के हाग चाहे 1400 वाले नम्बर पूरे खत्म न हुए हों। हमारा इससे काम नहीं चलेगा क्योंकि यहाँ जब हम एक ब्लॉक में घगते ब्याव में जाते हैं तो नम्बर एकदम बदल जाते हैं। या फिर हम समय निर्देशांक को निम्न ढंग में मान सकते हैं कि परिवार में एक के बाद एक दो नामों के जन्म के बीच की अवधि पर विचार

करा। यदि कोई घटना इतिहास में या तो 3000 और 3001 में स्मिथ के जन्म दिवसों के बीच हुई हो या उसका निर्देशांक 2000 और 3001 के बीच होगा। इस निर्देशांक का एक अर्थव्यवस्था के उन भागों का व्यक्त करेगा जो 3000वें स्मिथ के जन्म के पश्चात् गुजर चुका है। (स्पष्ट है कि स्मिथ-परिवार में एक के बाद एक दो सदस्यों के जन्म के बीच कभी भी एक वर्ष की अवधि नहीं रहा होगी)। समय निर्देशांक का इस ढंग से निर्धारण पूर्णतः निश्चित है परन्तु यह हमारे काम के लिए मायबन्द नहीं है क्योंकि स्मिथ के जन्म से ठीक पहले और ठीक बाद घटनाओं के बीच अनियमित अंतर होंगे इसलिए सतत यात्रा में आपके समय निर्देशांक में परिवर्तन मंजूर नहीं होगा। यह माना जाता है कि आप के अभाव में भी हम जानते हैं कि सतत यात्रा क्या होती है। और यदि दिक्काल में आपकी स्थिति लगातार बदल रही हो तो आपके चारों निर्देशांक भी लगातार बदलते रहेंगे। चाहे उनमें से एक, या दो या तीन बिलगुल न बदलें परन्तु जो भी परिवर्तन होता है वह बिना भ्रमों के यानी सतत होना चाहिए। इसमें स्पष्ट हो जाता है कि निर्देशांक निर्धारित करने में क्या-क्या वर्जित है।



अपने निर्देशांक में होने वाले वृद्ध परिवर्तनों का समझाने के लिए माना कि आप इटाली रबर का एक मुलायम टुकड़ा खींचते हैं। जब यह बिना खिंची अवस्था में हो तब इस पर छोट-छोटे खान बनाएँ जिनकी प्रत्येक भुजा $1/10$ इंच लम्बी हो। इन खानों के बाएँ पर छोटे छोट पिन लगाओ। हमें हमें किन्ना एक पिन के दो निर्देशांक मिल सकते हैं। सबसे पहले किन्ना एक निश्चित पिन में गया और उन पिन के ठीक नीचे तक जाओ और फिर वहाँ से ऊपर उस पिन तक पहुँचा। प्रत्येक में जितने पिन आते हैं वे सभी पिन के निर्देशांक होंगे। चित्र में माना कि हम 0 पिन में आरम्भ करते हैं और P पिन के निर्देशांक मालूम करते हैं। P का स्थान तीसरी पंक्ति और 5वें कॉलम में है इसलिए रबर के समतल में उनके निर्देशांक 5 और 3 होंगे।

अब इटाली रबर के उस टुकड़े का मनचाह ढंग से खिंचा और मरोड़ा। माना कि अब पिन दूसरे चित्र में लिया गया रूप ग्रहण कर लेते हैं। छोटे खान

अब दूरियों का हमारी सक्ल्पना के अनुसार व्यवस्त नहीं करने, परंतु वे अब भी निर्देशांक का काम उसी तरह देंगे। खरक टुकड़े के समतल में P के निर्देशांक अब भी 5 और 3 माने जा सकते हैं और हम इटिया खरक के टुकड़े को अब भी समतल मान सकते हैं हालांकि हमन भरोडकर उसका रूप बिगाड दिया है और वह साधारण समतल नहीं रह गया है। इस प्रकार के सतत विरूपणों का कोई असर नहीं पडता।

अब हम एक दूसरा उदाहरण लेंगे। चारा निर्देशांक को निर्धारित करने के लिए माना कि हम लोहे की छड के बजाय एक जीवित सपमीन लेते हैं जो लगातार रेंग रही हो। किसी समय चाहे सपमीन किसी भी आकार में हो हम उसकी गीप में पूछ सक की दूरी L मापेंगे। सपमीन सतत है और वह सतत रूप से रेंग रही है। इसलिए निर्देशांक निर्धारण के लिए हम उस दूरी का माप मान सकते हैं। सिवाय इसके कि वह सतत हो, इसके अतिरिक्त निर्देशांक-निधारण की विधि पूर्णतः परम्परागत है इसलिए एक जीवित सपमीन भी जितनी ही उपयुक्त होगी जितनी कि लाह की छड।

हम ऐसा साचित्त हैं कि वास्तविक रूप से गुड मापों के लिए जीवित सपमीन का धाय लोहे की छड प्रयुक्त करना अच्छा रहता है। परंतु यह भ्रम है। यह भ्रम इसलिए नहीं है कि सपमीन से भी हम वह काम ले सकते हैं जो लाहे की छड से ले सकत थे बल्कि इसलिए है कि लोहे की छड भी उससे अधिक उपयोगी नहीं है जितनी कि प्रथम रूप से सपमीन है। कहने का उद्देश्य यह नहीं है कि सपमीन दृढ़ है बल्कि यह है कि लोहे की छड वास्तव में रेंगती है। किसी एक प्रेक्षक की दृष्टि में जो किसी एक प्रकार से गति कर रहा है, सपमीन दृढ़ मालूम पड़ेगी, जबकि लाहे की छड उसी प्रकार रेंगती हुई मालूम पड़ेगी जसी हम सपमीन मालूम पडती है। धाय व्यक्तिमा के लिए जो हमसे प्रेक्षक में अर्थात् दोनों से भिन्न गति कर रहे हैं। सपमीन और छड दोनों ही रेंगते हुए मालूम पड़ेंगे। और यह मानना अनुचित होगा कि उनमें से एक प्रेक्षक सही है और दूसरा गलत है। ऐसी परिस्थितिमा में हम जो कुछ देखते हैं वह पूर्णतः प्रभावित भौतिक घटना का अपना लक्षण नहीं है बल्कि प्रेक्षक के दृष्टिकोण पर भी निर्भर करता है। समय और दूरियों की मापों से वस्तुमा का अपना गुण प्रकट नहीं होते, उनमें केवल मापन साध से वस्तुमा का सम्बन्ध हो पाता है। इसलिए भौतिक नसार के बार में प्रेक्षणों में जो जानकारी प्राप्त होती है वह जितना हम समझते थे उससे अधिक समृद्ध है।

यह जान लेना जरूरी है कि ज्यामिति जसी कि हम पुराने समय से स्वीकृत में पत आए हैं अब एक पथक विभाग की शाखा न रहकर भौतिकी में ही प्राधान्य हो गई है। प्रारम्भिक ज्यामिति की दासक्ल्पनाएँ हैं सीधी रेखा और घृत। जो धारणों एक सीधी छड मालूम पडती है जिनके सभी धा मौजूद

हैं सम्भवतः वह दूसरे प्रेक्षक को एक रॉकेट की उड़ान या एक प्रवार क वक्र की भाँति लगेगी जिसके माप त्रुटि से एक एक करके बन रहे हों। वृत्त दूरियों की माप पर निर्भर करता है क्योंकि वह एस बिन्दुओं का बना होता है जो केन्द्र से बराबर दूरी पर स्थित हों और हम देख ही चुके हैं कि दूरियाँ की माप अनिश्चित होती है और प्रेक्षक की गति पर निर्भर करती है। वृत्त में वस्तु-निष्ठ प्रामाणिकता का न होना माइकल्सन-मोरी प्रयोग से सिद्ध हो गया था, और एक दृष्टि से, यही आपेक्षिकता का सम्पूर्ण सिद्धांत का आरम्भ बिन्दु है। हमारी मापों के लिए जिन दुर्ग वस्तुओं की आवश्यकता होती है वे कुछ ही प्रेक्षकों के लिए दृढ़ होती हैं अथवा प्रेक्षकों के लिए उनकी परिमाण मूल रूप से बदलती रहती है। केवल पृथ्वी तक सीमित रहने वाली हमारी अपनी दृढ़ धारणाओं के कारण हम ही ज्यामिति को भौतिकी से अलग मानने लगते हैं।

यही कारण है कि हम आरम्भ से ही अपने निर्देशकों को भौतिक महत्व देने का प्रयत्न नहीं करते हैं। पहले भौतिकी में प्रयुक्त निर्देशकों को ध्यान पूर्वक मापी गई दूरियाँ माना जाता था, परन्तु अब हम समझते हैं कि ऐसी सावधानी की कोई आवश्यकता नहीं है। कबल बाद में ही ऐसी सावधानी की आवश्यकता होती है। अब तो हमारे निर्देशक केवल घटनाओं का क्रमिक रूप से सारणीबद्ध रूप मात्र है। परन्तु गणित में एक विधि है जिस टन्तर विधि कहते हैं। यह एक ऐसी चकितशाली विधि है कि हम प्रत्यक्ष रूप से इतनी असावधानीपूर्वक निर्धारित निर्देशकों को उतनी तत्परता से प्रयुक्त कर सकते हैं मानो हमने उन्हें प्राप्त करने के लिए सभी सम्भव सूक्ष्म यथायत्न मान ली हों। आरम्भ में ऊलजलूल रहने का लाभ यह है कि हम अन्तर्दृष्ट भौतिक धारणाएँ बनाने से बच रहते हैं परन्तु यदि हम आरम्भ से ही यह मान लें कि हमारे निर्देशकों का किसी प्रकार का भौतिक महत्व है तो हम एसी धारणाएँ बनाने के लिए बाध्य हो जाते हैं।

इस बात का आवश्यकता नहीं है कि हम प्रस्तुत भौतिक घटनाओं का घनभित्त रहने हुए भागे बैठें। हम कुछ जानें मालूम हैं। हम जानते हैं कि जब निर्देशक किसी विषय दृष्टि से पुनः गणित पुरानी भौतिकी लगभग सही होती है। हम जानते हैं कि उपयुक्त निर्देशक हान पर आपेक्षिकता का सिद्धांत और भी अधिक सही होता है। इस तथ्य से हम अपने नये निर्देशकों के द्वार में कुछ निष्पत्ति निकाल सकते हैं जो तत्पूँण दृष्टि से निश्चित करने पर नए सिद्धांत के अभिवृद्धि (postulates) मान्य पड़ेंगे। एक अभिवृद्धि निम्नलिखित है —

1. पाम-पास की घटनाओं के बीच का अन्तराल उभी रूप में होता है जो गमान न दूरी के लिए प्रयुक्त किया है।

■ अब किया पिण्ड पर अनुगुत्व बन काम न कर रहे हैं तब यह कि

काल में जिओडेसिक पर चलता रहेगा।

3 प्रकाश विरण ऐसे जिओडेसिक पर चली है जिसके बिंदु ही दो भागों का अंतराल गूँथ हो।

इनमें से प्रत्येक अभिवृद्धि की कुछ व्याख्या करनी होगी।

हमारे पहले अभिवृद्धि के अनुसार यदि दो घटनाएँ पास-पास हैं (यह इतना आवश्यक भी नहीं है) तो उनके बीच का अंतराल, उनके निर्देशकों के अंतरों की सहायता से किसी ऐसे सूत्र की सहायता से मालूम किया जा सकता है, जिसका वर्णन पिछले अध्याय में किया गया था। इसका मतलब यह है कि यदि हम निर्देशकों के अंतरों के वर्ग और उनके गुणनफल लें और उन्हें उपयुक्त भ्राम्य (जो भिन्न-भिन्न स्थानों पर भिन्न होगी) से गुणा करके जोड़ दें तो जो योगफल प्राप्त होगा वह अंतराल के वर्ग के बराबर होगा। हम पहले से ही यह नहीं जानते कि हम जानते हैं कि वर्ग और गुणनफल की किस राशि से गुणा किया जाए। यह हम भौतिक घटनाओं का प्रेक्षण से ही मालूम करेंगे। परंतु जसा कि रीमान के गणित से सिद्ध होता है हम इतना ही जानते ही हैं कि दिए काल में किसी छोटे भाग में हम निर्देशकों इस ढंग से ले सकते हैं कि अंतराल का रूप ठीक वसा ही विशिष्ट हो जसा कि आपक्षिकता के विशिष्ट सिद्धांत में था। मीमित क्षेत्र में विशिष्ट सिद्धांत लागू करने के लिए यह आवश्यक नहीं है कि उस क्षेत्र में गुरुत्व न हो इतना ही काफी होगा कि गुरुत्व उस समस्त क्षेत्र में लगभग एक समान हो। इसमें हम विशिष्ट सिद्धांत का किसी छोटे क्षेत्र में लागू कर सकते हैं। क्षेत्र कितना छोटा हो यह समीपवर्ती भाग पर निर्भर करता है। पृथ्वी के तल पर क्षेत्र इतना छोटा होना चाहिए कि पृथ्वी की घूर्णना नगण्य हो। ग्रहों के बीच में यह इतना छोटा होना चाहिए कि उसमें सूर्य और ग्रहों का आकर्षण लगभग एक समान हो। तारों के बीच में यही क्षेत्र बहुत बड़ा होगा—दो तारों के बीच की दूरी के घाते के बराबर—और तब भी उसमें इतनी अनिश्चितियाँ नहीं होंगी कि उन्हें नापा जा सके।

इस प्रकार गुरुत्वाकर्षण पदार्थ से बहुत अधिक दूरी पर हम अपने निर्देशकों ऐसे ढंग से चुन सकते हैं कि वहाँ आकाश-लगभग यूक्लिडीय हो जाए वास्तव में यह तो इसी बात के बहाने का केवल एक दूसरा तरीका है कि वहाँ आपक्षिकता का विशिष्ट सिद्धांत लागू होता है। पदार्थ के आस-पास यद्यपि हम एक बहुत छोटा क्षेत्र ऐसा ले सकते हैं, जो लगभग यूक्लिडीय हो परंतु ऐसे बड़े क्षेत्र में आकाश यूक्लिडीय नहीं हो सकता जिसमें गुरुत्व में काफी विचरण होता हो—यदि हम ऐसा करेंगे तो हम कम-से-कम दूसरे अभिवृद्धि में व्यक्त हम वयन को त्याग देना पड़ेगा कि जो पिण्ड केवल गुरुत्वीय बलों के प्रभाव में गति करते हैं व जिओडेसिक पर ही चलते हैं।

हम देख चुके हैं कि जिओडेसिक वह छोटी से छोटी रेखा है जो किसी पृष्ठ पर एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक खींची जा सकती हो, उदाहरण के लिए पृथ्वी पर बहुत बड़ा ही जिओडेसिक होते हैं। जब हम दिव काल पर विचार करते हैं, तब गणित तो वही रहता है परन्तु उसकी भौतिक 'माय्या' कुछ भिन्न होती है। प्रापेक्षिकता के 'यापक' सिद्धांत में केवल पास पास की घटनाओं के बीच ही निश्चित अंतराल हो सकता है जो एक घटना से दूसरी तक जाने के लिए अपनाये गए पथ पर निर्भर नहीं करता। यदि घटनाएँ एक दूसरे से बहुत दूर हो तो उनके बीच का अंतराल अपनाये गए पथ पर निर्भर करेगा और उसे मापन करने के लिए पथ को छोटे छोटे खण्डों में बाँटकर उनके अंतरालों को जोड़ना पड़ेगा। यदि अंतराल आकाशमय होगा तो कोई पिण्ड एक घटना से दूसरी घटना तक नहीं जा सकेगा, इसलिए जब हम पिण्डों के गति करने के दृग पर विचार करते हैं तो अंतराल को कालमय मानना पड़ता है। यदि समीप की दो घटनाओं के बीच का अंतराल कालमय हो तो एक घटना से दूसरी घटना की ओर जाने वाले किसी प्रेक्षक की दृष्टि में यह दो घटनाओं के बीच का समय मापन होगा। इसलिए उस व्यक्ति के लिए या एक घटना से दूसरी की दूरी जा रहा है दो घटनाओं के बीच का कुल अंतराल उसकी घड़ी के अनुसार वह समय होगा जो उसे एक घटना से दूसरी तक यात्रा करने में लगता है। कुछ पथों से यह समय लम्बा और कुछ से छोटा होगा। कोई व्यक्ति जितनी धीरे धीरे यात्रा करता है उसके अनुमान से यात्रा में उतना ही अधिक समय लगता है। इसे नीरस उक्ति नहीं समझ लेना चाहिए। मैं यह नहीं कह रहा हूँ कि अगर आप लंदन से एडिनबर्ग तक जा रहे हो तो धीरे यात्रा करने में आपको अधिक समय लगेगा। मैं तो इससे बड़ी अधिक विचित्र बात कह रहा हूँ। मैं कह रहा हूँ कि यदि आप सुबह 10 बजे लंदन से चलें और ग्रीनिच समय से 30 मिनट एडिनबर्ग पहुँचें तो आप जितना धीरे जाएँ आपको उतना ही अधिक समय लगेगा—यदि समय आपकी घड़ी से मापा जाए। यह एक बिल्कुल भिन्न बात है। पृथ्वी के किसी व्यक्ति के दृष्टिकोण से आपकी यात्रा में साठे भाग घटे लगते हैं। परन्तु यदि आप सौरमण्डल में घूमने वाली प्रवाण विरण हात और लंदन से प्रातः 10 बजे यात्रा प्रारम्भ करते और वहस्पति से परावर्तित होकर रात्रि पर पहुँचते और रंग प्रसार चलते हुए अन्त में परावर्तित होकर आप 6 30 बजे एडिनबर्ग पहुँचें तो आपका अनुमान होगा कि इस यात्रा में आपको कोई समय नहीं लगा है। यदि आप किसी घुमावदार मार्ग से गए हों और आप समय पर पहुँचने के लिए तब जा सके होते तो आपका मार्ग जितना अधिक लम्बा होगा आपका अनुमान होगा कि उगम उतना ही कम समय लगा है। जस-जस आपकी चाल बढ़कर प्रवाण वय के समीप जाती जाएगी, यात्रा में लगा समय भी घटता जाएगा। मैं कहता हूँ कि यदि किसी

पिण्ड को भुक्त्वा रूप से छोड़ दिया जाए तो यात्रा के लिए वह ऐसा भाग चुनेगा जिसमें यात्रा के दो चरणा के बीच का समय अधिक-से अधिक हो, यदि पिण्ड ने एक घटना से दूसरी घटना तक की यात्रा किसी दूसरे भाग से की लेनी तो उसकी अपनी घड़िया के अनुसार कम समय लगता। यह इसी बात को कहने का दूसरा तरीका है कि यदि पिण्डों को अपने आप यात्रा करने के लिए छोड़ दिया जाए तो वे यात्रा अधिक-से अधिक सम्भव मद गति से करते हैं। यह एक प्रपार का अतिरिक्त घातक्य का नियम है। गणितीय रूप में व्यक्त करना चाह तो हम यह सकते हैं कि वे जिओडेसिक में चलते हैं जिसमें यात्रा की विही दो घटनाओं के बीच का कुल अंतराल किसी भाग पर अंतराल की तुलना में बड़ा होगा। (यह तथ्य कि वह छोटा होने के बजाय बड़ा होगा, इस बात पर आधारित है कि हम जिस अंतराल पर विचार कर रहे हैं वह दूरी के मुकाबले समय के अधिक समरूप है)। उदाहरण के लिए यदि कोई व्यक्ति पृथ्वी का छोटा बाहर निकल जाए और कुछ समय तक यात्रा करके पुन वापस आ जाए तो उसने जाने से वापस आने तक का समय पृथ्वी की घड़िया की तुलना में उसकी अपनी घड़िया के अनुसार कम होगा। सूप के चारा और यात्रा करने के लिए पृथ्वी ऐसा पथ चुनती है कि उसके पथ के किसी भी भाग में स्वयं इसी की घड़िया से जितना समय लगेगा वह दूसरे किसी भी भाग से जाने वाली घड़िया के मुकाबले अधिक होगा। यदि पिण्डों को स्वतंत्र गति के लिए छोड़ दिया जाए तो वे दिक् काल में जिओडेसिकों पर चलेंगे। ऐसा कहने का यही अभिप्राय है जिसका वर्णन ऊपर किया गया है।

यह याद रखना जरूरी है कि दिक् काल यूक्लिडीय नहीं माना जाता है। जहां तक जिओडेसिक का सम्बन्ध है इसका प्रभाव यह होता है कि दिक् काल एक पहाड़ी गाँव की भाँति मालूम पड़ता है। किसी पदार्थ खण्ड के आस-पास ऐसा मालूम पड़ता है मानो वहाँ दिक् काल की पहाड़ी हो जो शिखर तक पहुँचने पर अधिक-से अधिक ढालदार होती जाती है उसे किसी गैम्पेन की बोतल की सुराहीदार गदन होती है। वह एक अत्यन्त ढालदार चट्टान की भाँति हो जाती है और कोई पिण्ड, जो पहाड़ी के आस-पास आया वह शिखर पर पहुँचने का प्रयत्न नहीं करेगा बल्कि इससे चारा ओर ही जाएगा। सार रूप में साइस्टाइन का गुरुत्व सम्बन्धी मत यही है। किसी पिण्ड का जो भी भारण है वह उगने आस-पास के दिक्-काल की प्रकृति के कारण होता है उमरा कारण किसी दूर के पिण्ड से उद्भूत कोई रहस्यमय बल नहीं होता।

एक सादृश्य से यह बात और स्पष्ट हो जाएगी। माना कि किसी अंधेरी रात में बहुत-से व्यक्ति नासटैन लिये एक बहुत विशाल समतल पर विविध

दिशाओं में घूम रहे हैं। और माना कि समतल के किसी भाग में एक पहाड़ी है जिसके शिखर पर एक प्रवर्तित आकाशदीप है। यह पहाड़ी वसी ही होनी चाहिए जसा कि ऊपर वर्णन किया गया है अर्थात् ऊपर बन्दे बढते ढलानदार और शिखर पर एक अत्यन्त ढालदार चट्टान के रूप में। मैं अब यह मानूँगा कि समतल पर गांव फले हुए हैं और लोग सालटेन लिये हुए एक गाँव से दूसरे गाँव तक आ जा रहे हैं। समतल पर एक गाँव से दूसरे गाँव तक आन-जाने के लिए सरलतम पथ बने हुए हैं। ये पथ लगभग वक्र ही होंगे और पहाड़ी पर ऊपर की ओर कम होंगे और पहाड़ी के शिखर के पास वे अधिक तीव्र रूप से वक्र होंगे जबकि शिखर से दूर इतने वक्र नहीं होंगे। माना कि आप यह सब कुछ किसी ऊँचे गुम्बारे में बड़े जितना अधिक सम्भव है, देख रहे हैं। वहाँ से आप भूमि नहीं देख सकते, आप केवल आकाशदीप और सालटेन ही देख सकते हैं। आप वही जानते हैं कि वहाँ एक पहाड़ी है या उसके शिखर पर एक आकाशदीप है। आप देखेंगे कि जब लोग आकाशदीप के पास से गुजरते हैं तो वे सीधे रास्ते पर नहीं रहते और वे जितने अधिक शिखर के समीप होते हैं उतना ही अधिक सीधे रास्ते से विचलित होते हैं। स्वाभाविक है कि आप इसे आकाशदीप का प्रभाव मानेंगे आप समझेंगे कि वह बहुत गम्भीर है और साग जल जाने के डर से उसके पास नहीं जाते। परन्तु यदि आप दिन होत तब प्रतीक्षा करें तो आप पहाड़ी का देख सकेंगे और आपका पता चल जाएगा कि आकाशदीप तो केवल पहाड़ी के शिखर का संकेत देता है, इससे सालटेन लिये हुए लोगों पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता।

इस सादृश्य में आकाशदीप सूर्य के अनुरूप है। सालटेन लिये हुये लोग ग्रह और धूमकेतु के अनुरूप हैं और पथ उनकी कक्षा को व्यक्त करते हैं तथा शिखर के प्रकाश का प्रकट होना आइन्स्टाइन के धारणा के समान है। आइन्स्टाइन का कहना है कि सूर्य एक पहाड़ी के शिखर पर है और पहाड़ी शिखर के पास है केवल आकाश में नहीं (पाठकों की भरी यह सलाह है कि वे स्वयं चित्रण करने का प्रयत्न न करें क्योंकि यह असम्भव है।) प्रत्येक पिण्ड प्रति क्षण ऐसे मार्ग का अनुसरण करने के लिए प्रवृत्त होता है जो सरलतम है। परन्तु पहाड़ी की उपस्थिति के कारण सरलतम मार्ग एक सीधी रेखा नहीं है। पत्थर का हर छोटा खण्ड अपनी अपनी पहाड़ी के शिखर पर होता है जो मुझ अपने गोचर के दूर पर बटता है। जिस हम पत्थर का बड़ा खण्ड कहते हैं वह बड़ी पहाड़ी के शिखर पर स्थित पत्थर खण्ड है। हम तो वास्तव में केवल पहाड़ी के चारों ओर ही जानते हैं, उसमें शिखर पर पत्थर का होना तो केवल सुविधा के लिए मान लिया गया है। गायब हमारे मानन की कोई ग्राह्य आवश्यकता भी नहीं है और हमारा केवल पहाड़ी से ही काम चल सकता है क्योंकि हम अभी भी किसी दूसरे की पहाड़ी के शिखर तक नहीं पहुँच सकते, ठीक उसी तरह जैसे

कोई भगडालू मुगा उस तुनकमिड़ाज पानी से केवल लड सकता है जो उसे दपण में दिखाई पड़ता है ।

मैंने यहा आइंस्टाइन के गुरुत्व नियम का केवल व्याख्यात्मक विवरण ही दिया है, इसका सहा सही मात्रात्मक सूत्रबन्धन के लिए बहुत अधिक गणित की आवश्यकता होती है जो यहाँ देना सम्भव नहीं है । इसमें सबसे मजेदार बात यह है कि जब यह नियम दूर से लिया पर आधारित नहीं रहा, सूर्य ग्रहों पर किसी किसम का प्रभाव नहीं डालता । जिस प्रकार ज्यामिती भौतिकी में घिसीन ही गई है, उसी तरह, एक प्रकार से भौतिकी ज्यामिती में बदल गई है । गुरुत्वाकर्षण का नियम एक ज्यामितीय नियम हो गया है जिसके अनुसार प्रत्येक पिण्ड एक स्थान से दूसरे स्थान तक जाने के लिए सरलतम भाग अपनाता है परन्तु पथ में आने वाली पहाडियों और घाटियाँ का इस भाग पर प्रभाव पड़ता है ।

हम अभी तक यह मान रहे हैं कि विचाराधीन पिण्ड पर केवल गुरुत्वीय बलों का प्रभाव पड़ता है । अभी तक हमारा सम्बन्ध केवल गुरुत्व नियम से है, उपपरमाणविक कणों के बीच के बल या विद्युत् चुम्बकीय बल से नहीं । स्वयं आइंस्टाइन, वाइल (Weyl) कलूजा (Kaluza) और क्लेइन (Klein) तथा अन्य ने इन सभी प्रकार के बलों को व्यापक आवेक्षिकता के अंतर्गत लाने के कई प्रयत्न किए हैं, परन्तु कोई भी प्रयत्न अभी तक सन्तोषजनक नहीं रहा है । अभी हम इस पर विचार नहीं कर सकते क्योंकि यहाँ पर विद्युत् चुम्बकीय या उपपरमाणविक बलों का सम्पूर्ण ग्रहण के रूप में कोई विशेष प्रभाव नहीं पड़ता । उनकी गति को समझने के लिए केवल गुरुत्व पर विचार करना काफी होगा और हम इस अध्याय में अभी पर चर्चा कर रहे हैं ।

हमारा तीसरा अभिगृहीत है प्रकाश ऐसे दम से चलता है कि उसने किन्हीं दो भागों के बीच का अंतराल शून्य होता है । इसमें यह लाभ है कि यह केवल छोटी दूरियों के लिए ही नहीं है । यदि प्रत्येक छोटा अंतराल शून्य है तो उन सब अंतरालों का योग भी शून्य होगा, इसलिए एक ही प्रकार के दूर-दूर-दूर के भागों का अंतराल भी शून्य ही होगा । इस अभिगृहीत के अनुसार प्रकाश का पथ भी जिओडेसिक ही होता है । इस प्रकार दिक्-काल में जिओडेसिक ज्ञात करने की हमारे पास दो आनुभविक विधियाँ हैं, प्रधान प्रकाश-किरणों और स्वतंत्र रूप से घूमते हुए पिण्डों । स्वयं घूमते हुए पिण्डों में वे सब चीजें भी सम्मिलित हैं जिन पर सम्पूर्ण रूप में विद्युत् चुम्बकीय और उपपरमाणविक बलों का पर्याप्त प्रभाव नहीं पड़ता । यानी उनमें सूर्य, तारे, ग्रह, उपग्रह और पृथ्वी पर गिरते हुए पिण्ड (जैसे-जैसे यदि वे निर्वात में गिर रहे हों) भी शामिल हैं । जब आप पृथ्वी पर खड़े हों तो आप पर विद्युत् चुम्बकीय बल पड़ता है । आपका पैरों का भाग पास स्थित इलेक्ट्रॉनों और प्रोटॉनों

आपके परो पर प्रतिवपण बल डालते हैं जो ठीक पृथ्वी के गुह्यवापण बल का विरोध करने के लिए नाफ़ी होता है। इसी कारण आप पृथ्वी के अन्दर नहीं गिर जाते जो हालाँकि बिलकुल ठोस मालूम पड़ती है परन्तु उसका अग्रिवाग स्थान खाली ही है।

आइन्स्टाइन के गुरुत्वाकर्षण नियम के प्रमाण

'प्लूटन' के वशाय आइन्स्टाइन के नियम की मायता देने के कारण एक हद तक भ्रानुभविक है और एक हद तक तकसगत । हम भ्रानुभविक कारणों से प्रारम्भ करेंगे ।

यदि ग्रहों और उनके उपग्रहों की कक्षाओं का परिकलन करना हो तो आइन्स्टाइन के गुरुत्वाकर्षण नियम से लगभग वे ही परिणाम निकलते हैं जो 'प्लूटन' के नियम से निकलते हैं । यदि ऐसा न होता तो वह सही नहीं हो सकता था, क्योंकि 'प्लूटन' के नियम से जो परिणाम निगमित हुए हैं वे प्रेक्षकों द्वारा बिलकुल सत्य निकले हैं । 1815 में जब आइन्स्टाइन ने सबसे पहले अपना नया नियम प्रकाशित किया तो उसमें केवल एक भ्रानुभविक तथ्य ऐसा था जिसके आधार पर वह अपने सिद्धांत को 'प्लूटन' के सिद्धांत से अच्छा कह सकता था । यह था बुध (Mercury) के रवि-नीच की गति ।

दूसरे ग्रहों की भांति बुध ग्रह भी सूर्य के गिरे एक ऐसे इलिप्स में घूमता है जिसका एक फोकस सूर्य पर होता है । अपनी कक्षा के कुछ स्थानों पर दूसरे स्थानों की तुलना में वह सूर्य के अधिक समीप होता है । जहां वह सूर्य के सबसे अधिक समीप होता है उस स्थान को 'रवि-नीच (Perihelion)' कहते हैं । प्रेक्षकों द्वारा यह देखा गया कि बुध जब एक बार सूर्य के निकटतम होता है तो उससे अगली बार निकटतम होने तक वह सूर्य की ठीक एक परिभ्रमा नहीं करता बल्कि उससे कुछ अधिक करता है । यह अंतर बहुत कम होता है । यह एक शताब्दी में 42 सेकण्ड के कोण के बराबर होता है । चूंकि बुध एक शताब्दी में सूर्य की 400 से ज्यादा परिभ्रमा करता है इसलिए एक रवि-नीच से अगले रवि-नीच तक जाने में बुध पूर्ण परिभ्रमा से लगभग $\frac{1}{8}$ सेकण्ड कोण अधिक जाता है । 'प्लूटनीय' सिद्धांत से यह सूक्ष्म अंतर ज्योतिषज्ञों के लिए एक गुत्थी बन गया । दूसरे ग्रहों के कारण उत्पन्न क्षोभ से एक निश्चित प्रभाव पड़ता था, परन्तु यह सूक्ष्म अंतर इन दोषों की छूट देने के बाद भी बचता था । आइन्स्टाइन के सिद्धांत से इस दोष अन्तर् की भी समझा जा सकता था । दूसरे ग्रहों पर भी ऐसा ही प्रभाव पड़ता है

परंतु वह दसस भी कम होता है और उसका प्रेक्षण और भी कठिन होता है। जब स आइन्स्टाइन ने अपना नया नियम प्रकाशित किया है यह प्रभाव पृथ्वी के लिए भी दत्ता जा चुका है और कुछ हद तक मंगल के लिए भी देना जा चुका है। पन्ते पहल यूटन के मुकाबले आइन्स्टाइन के सिद्धांत में बवल रवि नीच प्रभाव ही एकमात्र आनुभविक अच्छाई थी।

उसकी दूसरी सफलता उससे भी अधिक सनसनीखेज थी। प्रचलित मत के अनुसार निर्वात में प्रकाश सीधी रेखाओं में चलना चाहिए। कि वह द्रव्य-बण से निर्मित नहीं है इसलिए उस पर गुरुत्व का कोई प्रभाव नहीं पड़ना चाहिए। फिर भी पुराने मत का बिना बिगड़ खण्डन किए हुये ही यह मानना सम्भव था कि सूर्य के निबट से गुजरने में प्रकाश सीधी रेखा में ऐसे ही विचलित होता है माना वह द्रव्य-बणों से निर्मित हो। पर आइन्स्टाइन का कहना था कि उमक गुरुत्वाकर्षण नियम से यह निष्पन्न निकलता है कि प्रकाश में समस दुगुना विचलन होना चाहिए। इसका मतलब यह हुआ कि यदि किसी तारे का प्रकाश सूर्य के बहुत निबट से गुजरे तो आइन्स्टाइन के अनुसार तारा से आने वाली किरण में पौन दो संकिण्ड के कोण के बराबर विचलन होना चाहिए। उमक विरोधी इससे आधा विचलन मानने के लिए तयार थे। ऐसा तो प्रतिष्ठा नहीं होता कि सूर्य की सीध में स्थित किसी तारे का दत्ता जा सके। यह तो केवल पूर्ण ग्रहण के समय ही सम्भव है और वह भी हमेशा नहीं क्योंकि हा सकता है कि कोई भी चमकदार तारा उचित स्थिति में नहीं हो। एडिंग्टन ने बताया कि इस दृष्टि से सबसे अच्छा दिन 29 मई का है क्योंकि उस दिन कई चमकदार तारे सूर्य के निबट होत हैं। इसीमें सीभाग्य से ऐसा हुआ कि 29 मई 1919 का एक पूर्ण सूर्य ग्रहण पड़ा। दो ब्रिटिश ज्ञानियों ने ग्रहण के दौरान सूर्य के समाप के तारा के चित्र तैयार और उनका परिणामा से आइन्स्टाइन के पूर्वानुमान की पुष्टि हुई। कुछ ज्यामितिज्ञों की दत्ता दारे में स दह था कि सयायता के लिए तारी सावधानियाँ बरती गई थीं या नहीं। उह भी तसरा यकीन आ गया जब बाद में एक ग्रहण के समय उनका अपने प्रेक्षणों से भी यही परिणाम निकला। बाद में कई ग्रहण के समय लिये गए प्रेक्षणों के परिणामों में भी आइन्स्टाइन के अनुमान की पुष्टि हो चुकी है और यह अब सबत्र माना जान लगा है।

तीसरा प्रायोगिक परीक्षण दुन मिलाकर आइन्स्टाइन के पक्ष में है परंतु इसमें जा रणियाँ हैं व इनकी छाती है कि उह मुश्किल से मापा जा सकता है इनलिए समक परिणाम निर्णायक नहीं हैं। इस प्रभाव का सममान से पन्त कुछ प्रारम्भिक व्याख्याएँ दत्ता करी है। निगतत्व के स्पष्टतम में विभिन्न रंगों के प्रकाश की बटून-भा रण्य होना है जो तत्त्व में अपने अवस्था में उन्नति हाती है उन्हें एक प्रिम का सहायता में पृथक् किया जा सकता

है। य (लगभग) समान ही रहती हैं चाहे वह तत्त्व पृथ्वी पर हो, सूर्य पर, या तारों पर हो। प्रत्येक रेखा एक निश्चित रंग की होती है और उसका तरंग दैर्घ्य भी निश्चित होता है। अधिक दैर्घ्य वाली तरंगें स्पेक्ट्रम के लाल सिरे की ओर होती हैं और लघु दैर्घ्य वाली तरंगें बैंगनी सिरे पर होती हैं। यदि प्रकाश का स्रोत आपकी दिशा में आ रहा हो तो प्रतीयमान तरंग दैर्घ्य ठीक उसी तरह कुछ छोटी हो जाती है जैसे यदि आप हवा के विरुद्ध जा रहे हो तो तरंगों आपकी ओर तेजी से आती हुई मालूम पड़ती है। यदि प्रकाश का स्रोत आपसे विपरीत दिशा में जा रहा हो तो प्रतीयमान तरंग दैर्घ्य इसीलिए लम्बी हो जाती हैं। इससे हम यह जानकारी प्राप्त हो सकती है कि तारा हमारी ओर आ रहा है या हमसे दूर जा रहा है। यदि वह हमारी ओर आ रहे हो तो किसी तत्व के सभी तरंग दैर्घ्य थोड़े थोड़े बैंगनी रंग की ओर हट जाते हैं और यदि हमसे दूर जा रहे हो तो लाल रंग की ओर हटते हैं। आप किसी दिन ध्वनि में भी इसके सदृश प्रभाव देख सकते हैं। यदि आप स्टेशन पर हो और एक एक्सप्रेस गाड़ी सीटी देती हुई आ रही है तो जब गाड़ी आपकी ओर आ रही है तब सीटी का स्वर (note) अधिक तीक्ष्ण (shrill) मालूम पड़ेगा और जब गाड़ी जा रही हो तब कम तीक्ष्ण होगा। शायद बहुत से लोग सोचें कि स्वर 'वास्तव' में बदल गया है, परन्तु आपसे सुनने में जा परिवर्तन आता है उसका कारण यह है कि गाड़ी पहले आपकी ओर आ रही थी और बाद में आपसे दूर जा रही थी। गाड़ी में बड़े हुए 'चक्रियता' का ऐसा कोई परिवर्तन महसूस नहीं होगा। आइ-स्टाइन का सम्बन्ध इस प्रकार के प्रभाव से नहीं था। पृथ्वी से सूर्य तक की दूरी में कभी कोई विशेष परिवर्तन नहीं होता, इसलिए अपने तत्काल उपयोग के लिए हम उसे स्थिर मान सकते हैं। आइ-स्टाइन ने अपने गुरुत्वाकर्षण नियम से यह परिणाम निकाला कि सूर्य पर (जहाँ गुरुत्वाकर्षण बहुत अधिक है) स्थित परमाणु में यदि कोई आवृत्ति प्रथम हो रहा है तो पृथ्वी पर स्थित वही ही परमाणु में होने वाले समान प्रक्रम की तुलना में, हमारी धड़के के अनुसार, यह मन्द गति से होगा। सूर्य पर और पृथ्वी पर 'अंतराल' समान होता है परन्तु विभिन्न क्षेत्रों में एक ही अंतराल का समय एक ही नहीं होगा। इसका कारण यह है कि गुरुत्व निर्मित दिक्-काल का स्वरूप पहाड़ियाँदार है। इसके पतनस्वरूप यदि प्रकाश सूर्य से आ रहा हो तो स्पेक्ट्रम में कोई भी रेखा, पृथ्वी पर स्थित स्रोत से प्राप्त प्रकाश के स्पेक्ट्रम की रेखा की तुलना में कुछ लाल रंग की तरफ हटी हुई मालूम पड़ेगी। इसका प्रत्यानित प्रभाव बहुत ही कम है—इतना कम है कि अभी तक निश्चित रूप से नहीं कहा जा सकता कि यह प्रभाव होता भी है या नहीं। आइ-स्टाइन के अनुसार ऐसा प्रभाव प्रत्येक तारे में होना चाहिए परन्तु उसके मापने में इतनी तकनीकी कठिनाईएँ आती हैं

उदाहरण के लिए सूर्य का गुरुत्व बल, पृथ्वी के गुरुत्व बल से अधिक होता है। यूटन का कहना है कि दो पिण्डों के बीच गुरुत्वाकर्षण बल उनके द्रव्यमान के गुणनफल के समानुपाती होता है। अब हम विभिन्न पिण्डों का एक पिण्ड उदाहरण के लिए सूर्य, के प्रति आकर्षण बल पर विचार करेंगे। विभिन्न पिण्डों पर पड़ने वाला आकर्षण बल उनके द्रव्यमान के समानुपाती होता है इसलिए उसका कारण सभी पिण्डों में समान त्वरण उत्पन्न होगा। इस प्रकार यदि हम गुरुत्व द्रव्यमान का (1) अर्थ लेते हैं अर्थात् इस पर विचार करते हैं कि कोई पिण्ड गुरुत्व में किस प्रकार का आचरण करता है, तो हम देखेंगे कि जड़त्व और गुरुत्व द्रव्यमानों की समानता जो इतनी प्रबल मालूम होनी है वह केवल निम्न रह जाती है कि किसी निश्चित गुरुत्वीय परिस्थिति में सभी पिण्ड समान आचरण करते हैं। जहाँ तक पृथ्वी के तल का सम्बन्ध है गैलीलियो की सजस पहनी सोज यही थी। अरस्तू का विचार था कि हल्की वस्तुओं की अपेक्षा भारी वस्तु तल से गिरती है। गैलीलियो ने दिखाया कि ऐसी बात नहीं है बल्कि कि हवा का प्रतिरोध न हो। निर्वात में साँसे का भारी टुकड़ा भी उतनी ही तेजी से गिरता है जितनी पंखों से एक पक्ष गिरता है। प्रहो क सम्बन्ध में तदनुरूप तथ्य 'यूटन न ही सिद्ध किया था। सूर्य से किसी दूरी पर कम द्रव्यमान वाला धूमकेतु में भी ठीक उतना ही त्वरण होता है जितना कि उसी दूरी पर एक ग्रह में होता है। इसलिए गुरुत्व जिस प्रकार किसी पिण्ड को प्रभावित करता है वह इस बात पर निर्भर करता है कि पिण्ड किस जगह है वह पिण्ड की प्रकृति पर जरा भी निर्भर नहीं करता। इससे यह अनुमान होता है कि गुरुत्व प्रभाव अवस्थिति का संकेत है और आइंस्टाइन भी यही कहना चाहता है।

जहाँ तक गुरुत्व-द्रव्यमान के अर्थ (2) का सम्बन्ध है अर्थात् किसी पिण्ड द्वारा उत्पन्न बल की तीव्रता का सम्बन्ध है, तो यह जड़त्व द्रव्यमान के समानुपाती नहीं होता। इस समस्या पर विचार करने के लिए जटिल गणित की आवश्यकता होती है जो मैं यहाँ नहीं दूँगा।¹

यदि गुरुत्व नियम अथवा आस-पास के वातावरण का साक्ष्यिक है और हम ऐसा मानने के कारणों पर भी विचार कर चुके हैं तो उसकी प्रकृति को जानने के लिए हमारे पास दूसरा साधन भी है। इसे किसी ऐसे नियम के रूप में व्यक्त किया जाना चाहिए कि यदि हम किसी विभिन्न निर्देशांक प्रणाली का प्रयोग करें तो भी वही नियम लागू हो। हम दाव कर रहे हैं कि गुरुत्व में हम यह नहीं मानना चाहिए कि हमारे निर्देशांक का कोई भौतिक अर्थ है व तो निश्चितता के विभिन्न भागों के संयोजन की बल क्रमबद्ध विधियाँ के रूप

1 यूटन का पुस्तक *The Mathematical Theory of Relativity*, Second Edition १९१८ दृष्टि।

म है। चूँकि वे केवल परम्परागत होते हैं इसलिए भौतिक नियमों में उनका समावेश नहीं हो सकता। इसका अभिप्राय यह है कि यदि हम किसी नियम का एक निर्देशांक प्रणाली में सही सही व्यवहार कर सकें तो इसे दूसरी निर्देशांक प्रणाली में भी उसी सूत्र में व्यक्त करना सम्भव होना चाहिए। या और यथाथ रूप में या कह सकते हैं कि नियम को व्यक्त करने के लिए एक ऐसा सूत्र होना चाहिए जो अपरिवर्तित हो रहे चाहे हम निर्देशांकों को कितना भी क्यों न बदल दें। ऐसे सूत्र टनसर सिद्धांत के अन्तर्गत ही आते हैं। और टनसर सिद्धांत से पता चलता है कि एक सूत्र ऐसा है जो स्वयं गुटवाक्यण नियम जैसा लगता है। जब इस सम्भाव्यता पर विचार किया गया तो मालूम हुआ कि इसने सही परिणाम निकालते हैं और यही इसका आनुभविक पुष्टिकरण है। परन्तु यदि आइंस्टाइन का नियम अनुभव के अनुसृत्य न पाया गया होता तो भी हम वापस टूटन के नियम पर नहीं जा सकते थे। हम तब से टनसरों से व्यक्त किसी नियम को खोज निकालने के लिए बाध्य हो जाते जो हमारी निर्देशांक पद्धति पर निर्भर न करना। गणित की सहायता के बिना टनसर सिद्धांत को समझना असम्भव है और गणित न जानने वालों के लिए तो इतना ही काफी है कि यह ऐसी वज्ञानिक विधि है जिससे अपने माप और नियमों में से प्रयोगात्मक अथवा बहिष्कार किया जा सकता है और इस तरह हम ऐसे भौतिक नियमों पर पहुँच सकते हैं जो प्रेक्षक के दृष्टिकोण से स्वतन्त्र हों। आइंस्टाइन का गुटवाक्यण नियम इस विधि का सबसे अच्छा उदाहरण है।

द्रव्यमान, सवेग, ऊर्जा और क्रिया

मात्रात्मक परिशुद्धता प्राप्त करना जितना महत्वपूर्ण है उतना ही कठिन भी है। भौतिक माप अत्यधिक यथायथा के साथ ही जाती है। यदि माप लेने में कम सावधानी बरती जाती तो उनसे ऐसी सूक्ष्म अमूर्तता का पता चले भी न चलता जो आपेक्षिकता सिद्धांत के लिए प्रायोगिक आवेग प्रदान करती है। आपेक्षिकता के आवेगों से पहले गणितीय भौतिकी में ऐसी धारणाएं प्रयुक्त होती थी जो इतनी ही परिशुद्ध मानी जाती थी जितनी भौतिक माप, परंतु ऐसा हुआ कि वे तात्त्विक रूप से दोषपूर्ण निकली और यह दोष परिवर्तन से प्रत्याक्षिप्त मान से बहुत अल्प विषयन के रूप में प्रकट हुआ। इस अध्याय में मैं यह दर्शाऊंगा कि आपेक्षिकता से पूर्व की भौतिकी की मूलभूत संकल्पनाएं किस प्रकार प्रभावित होती हैं और उनमें किस किस परिवर्तन की आवश्यकता है।

हम पहले भी द्रव्यमान के बारे में चर्चा कर चुके हैं। हमारे चित्त उपयोग के लिए द्रव्यमान और भार में कोई अंतर नहीं होता। भार की सामान्य माप—भौतिक ग्राम आदि—वास्तव में द्रव्यमान ही है। परंतु जब ही हम शुद्ध माप लेना चाहते हैं हम द्रव्यमान और भार में भेद करना पड़ता है। तोड़ने की साधारण रूप से दो विधियाँ प्रचलित हैं। एक तराजू की और दूसरी बमानीय तराजू का। जब आप किसी वस्तु पर तौलें हैं और आपका सामान तोला जाता है तो उन किसी तराजू के पत्रों पर नहीं रखा जाता। उस बमानी (Spring) पर रखा जाता है। भार के कारण बमानी कुछ दब जाती है जिन डायन की मूल में पत्थर मातृम कर सका है। आपका वजन बतलाने का स्वचालित मशीना में भी यही सिद्धांत काम में आता है। जब तक आप मजदूर के किसी एक भाग में रुकाई भार में कोई अंतर मातृम नहीं पड़ेगा परंतु यदि आप दो भिन्न प्रकार की तात्त्विक वस्तु मातृम में कई भिन्न स्थानों पर भार तोड़ें तो आप देखेंगे कि यदि वे यथायथ हैं तो उनके परिणाम हमारा एक जैसा नहीं होगा। साधारण तराजू में मजदूर जगह एक ही

परिणाम प्राप्त होगा परन्तु कमानीदार तुला से नहीं। कहने का अन्विष्टार्थ यह है कि यदि आपके पास छीसे का एक टुकड़ा है जो तराजू से तोलने पर 10 पौंड है तो ससार के किसी भी भाग में तराजू से उसका भार 10 पौंड ही होगा। परन्तु यदि किसी कमानीदार तुला से लट्ठन में उसका भार 10 पौंड है तो उसी तुला से तालने पर उत्तरी ध्रुव पर उसका भार अधिक होगा, विपुल रेखा पर कम, हवाई जहाज में ऊँचाई पर कम, तथा बोयले की मान की तली में भी कम होगा। वास्तविकता यह है कि दो प्रकार के उपकरणों से हम भिन्न राशियों का मापते हैं। तराजू से हम जो कुछ मापते हैं उसे (कुछ सजोघना को छोड़कर जिन पर हम अभी आगे विचार करेंगे) 'पदार्थ की मात्रा' कह सकते हैं। एक पौंड प्लास में और एक पौंड सीसे में 'पदार्थ की मात्रा' समान होती है। मानक 'भार' से, जो वास्तव में मानक 'द्रव्यमान' है तराजू के दूसरे पलक में रखी वस्तु का द्रव्यमान मापते हैं। परन्तु भार, पृथ्वी के गुरुत्व के कारण उत्पन्न एक गुण है यह बल की वह मात्रा है जिससे पृथ्वी किसी पिण्ड को अपनी ओर आकर्षित करती है। यह बल भिन्न स्थानों पर भिन्न भिन्न होता है। सबसे पहली बात यह है कि पृथ्वी से बाहर किसी पिण्ड पर पड़ने वाला आकर्षण बल पृथ्वी के केन्द्र से उसकी दूरी के वर्ग के प्रतिलोमावुपाती होता है, इसलिए अधिक ऊँचाई पर बल कम होगा। दूसरी बात यह है कि जब आप किसी कायसे की छान में उतरते हैं तो पृथ्वी का एक भाग आपके ऊपर होता है और वह पदार्थ को नीचे के बजाय ऊपर की ओर खींचता है, इसलिए नीचे की दिशा में कुल आकर्षण बल पृथ्वी की सतह के मुकाबले कम होगा। तीसरी बात यह है कि पृथ्वी के घूर्णन के कारण एक 'अपकेन्द्री बल' होता है जो गुरुत्व के विरुद्ध कार्य करता है। विपुल रेखा पर यह सबसे अधिक होता है क्योंकि वहाँ पृथ्वी के घूर्णन के कारण तीव्रतम गति होती है ध्रुवों पर यह बिलकुल नहीं होता क्योंकि वहाँ घूर्णन शून्य पर होता है। इन कारणों से कोई पिण्ड जिस बल से पृथ्वी की ओर आकर्षित होता है वह भिन्न भिन्न स्थानों पर अलग भिन्न होगा कि उसके अंतर का मापा जा सके। कमानीदार तुला से यही बल मापा जाता है यही कारण है कि कमानीदार तुला से विभिन्न स्थानों पर भिन्न परिणाम प्राप्त होते हैं। जहाँ तब तराजू का सम्यक् है मानक 'भार' पर भी उतना ही प्रभाव पड़ता है जितना तोली जाने वाली वस्तु पर परन्तु उससे हम द्रव्यमान मालूम करते हैं, भार नहीं। मानक 'भार' (वाट) का द्रव्यमान सब जगह समान रहता है परन्तु उसका वजन सब जगह समान नहीं रहता यह वास्तव में द्रव्यमान का मापक है भार का नहीं। सैद्धांतिक उपयोग के लिए द्रव्यमान, जो किसी वस्तु के लिए अपरिवर्ती होता है भार से अधिक महत्त्वपूर्ण है। भार परिस्थिति के अनुसार बदलता रहता है। द्रव्यमान का हम ध्रुव में 'पदार्थ की

मात्रा' मान सकते हैं। हम देखेंगे कि ऐसा मानना पूर्ण रूप से सत्य नहीं है परन्तु आगे की प्रगति के लिए हम इसे आधारभूत मान सकते हैं।

संज्ञातिक उपयोग के लिए हम द्रव्यमान को उम्र बल के बराबर मान सकते हैं जो एक निश्चित त्वरण उत्पन्न करने के लिए आवश्यक होगा। कोई पिण्ड जितने अधिक द्रव्यमान वाला होगा उससे वेग में एक निश्चित समय में निश्चित परिवर्तन लाने के लिए उसने ही अधिक बल की आवश्यकता होती है। पहले आधे मिनट के अंत में 10 मील प्रति घंटा का वेग प्राप्त करने में एक छोटी रेलगाड़ी के मुकाबले बड़ी रेलगाड़ी के लिए अधिक बल की आवश्यकता पड़ेगी। या हमारी परिस्थितियाँ ऐसी हो सकती हैं कि कई विभिन्न पिण्डों पर समान बल पड़ता हो। उस स्थिति में यदि हम उनमें उत्पन्न होने वाले त्वरणों को माप सकें तो हम उनके द्रव्यमानों का अनुपात बता सकेंगे, द्रव्यमान जितना अधिक होगा उसका त्वरण उतना ही कम होगा। हम इसको स्पष्ट करने के लिए एक उदाहरण से सकते हैं जो आपक्षिता में बड़े महत्व का है। रेडियोसक्रिय कण बीटा कण (इलेक्ट्रॉन) उत्सर्जित करते हैं जिनके वेग बहुत अधिक होते हैं। यदि उन्हें जल वाष्प में से गुजारा जाए तो वे उसमें अभ्र बनाएंगे और इसी से उनका पथ देखा जा सकता है। इनके साथ-साथ उन पर पात विद्युत् और चुम्बकीय बल डालें तो हम यह भी मालूम कर सकते हैं कि इन बलों के कारण उनके पथ में कितना विचलन होता है। इससे उनके द्रव्यमानों की तुलना की जा सकती है। यह देखा गया कि वे जितनी तेज चाल से चलते हैं उनका द्रव्यमान उतना ही अधिक होता है यद्यपि कि वे तेज स्थिर रहें। यह भी ज्ञात है कि गति के प्रभाव को छोड़ कर सभी इलेक्ट्रॉनों का द्रव्यमान समान होता है।

यह सब कुछ आपक्षिता सिद्धांत के आविष्कार से पहले ही मालूम था परन्तु इससे यह पता चला कि द्रव्यमान के सम्बन्ध में निश्चितता की जा पर स्वीकार्य धारणा चली आ रही है वह वास्तव में सत्य नहीं है। द्रव्यमान का 'पन्ना' की मात्रा माना जाता था और उसे अचर माना जाता था। अब यह देखा गया कि लम्बाई और समय की भाँति द्रव्यमान भी प्रेस के अनुसार आपक्षित होता है और गति के कारण वह ठीक उन्हीं अनुपात में बदलता रहता है। परन्तु इसका समाधान हो सकता था। हम उसके स्थान पर निजी द्रव्यमान से कहेंगे कि अर्थात् वह द्रव्यमान जो पिण्ड के माय-माय गति करने वाले किसी प्रेक्षक की माप के अनुसार होगा। द्रव्यमान का माप से यह निष्पन्न सामान्यीकृत जा सकता है इससे लिए हम वही अनुपात लेना होगा जो हम समय और लम्बाई के लिए प्रयुक्त करते हैं।

परन्तु एक समस्या भी अन्ततः उत्पन्न हुई है और वह यह है कि यह समाधान कर लेने के पन्ना भी हम एसी राशि प्राप्त नहीं करनी जा किसी एक पिण्ड

के लिए हर समय समान रहती हो। जब कोई पिण्ड ऊर्जा का अवशोषण करता है—उदाहरण के लिए गरम होकर—तो उसका निजी द्रव्यमान कुछ बढ़ जाता है। यह बढ़ाव बहुत अल्प होता है क्योंकि यह ऊर्जा में वृद्धि का प्रमाण वेग के वेग से भाग देने पर प्राप्त होता है। दूसरी ओर जब किसी पिण्ड की ऊर्जा का ह्रास होता है तो उसके द्रव्यमान में भी आ जाती है। इसका सबसे अच्छा उदाहरण यह हो सकता है जब चार हाइड्रोजन परमाणु मिलकर एक हीलियम परमाणु बनाते हैं। परन्तु एक हीलियम परमाणु का द्रव्यमान हाइड्रोजन परमाणु के द्रव्यमान के चार गुने से कम होता है। यह बात घट प्रायोगिक महत्व की है। यह माना जाता है कि तारा के अन्दर एका ही हाता रहता है और सभी में तारा का यह ऊर्जा प्राप्त होती है जो तारा प्रकाश के रूप में दिखाई पड़ता है और जहाँ तब भूय का सम्बन्ध है इसी ऊर्जा से पार्थिव जीवन का निर्वास होता है। इस पार्थिव प्रयोगशाला में भी उत्पन्न किया जा सकता है इसमें प्रकाश और ऊष्मा के रूप में अत्यधिक ऊर्जा मुक्त होती है। इसी से हाइड्रोजन बम बनाना सम्भव हो सता है जो प्रत्यक्ष रूप से बहुत बड़े हात हैं और उनकी विनाश गति असीम होती है। साधारण एटम बम जिनमें यूरेनियम का विघटन होता है, उनका परिणाम स्वयं भीमित रहता है। यदि उनमें यूरेनियम की बहुत अधिक मात्रा एक स्थान पर एकत्रित हो जाए तो उसमें स्वयं ही विस्फोट हो जाता है, उसके लिए किसी विस्फोट प्ररक की आवश्यकता नहीं होती। इसलिए एक निश्चित अधिकतम मात्रा से बना यूरेनियम बम नहीं बनाया जा सकता। परन्तु हाइड्रोजन बम में हम जितनी हाइड्रोजन चाहें रख सकते हैं। हाइड्रोजन में अपने आपसे विस्फोट नहीं होगा। जब हाइड्रोजन का किसी प्रचलित यूरेनियम बम (Conventional Uranium Bomb) से विस्फोटित किया जाए केवल तभी उगम संयोजन होकर हीलियम बनीगी और ऊर्जा मुक्त होगी। इसका कारण यह है कि ऐसा संयोजन बहुत ऊँचे ताप पर ही सम्भव है।

इसका एक और भी लाभ है। हमारा इस ग्रह पर यूरेनियम बहुत ही भीमित मात्रा में है और यह भय है कि शायद वह मानव जाति के सवनाश से पहले ही समाप्त हो जाए परन्तु अब चूँकि असीम मात्रा में प्राप्त हाइड्रोजन का उपयोग हमें लगा है इसलिए यह आशा की जा सकती है कि हमारे सभियान (Homo sapien) उन कम हिस्से पशुओं के लाभ के लिए अपना धन पर सकता है जो अब रह जायेंगे।

अब हम पुनः अपने नम रोमन विषय को लेंगे।

इस तरह अब हमारे पास दो प्रकार के द्रव्यमान हैं जिनमें से कोई भी पुरानी धारणा के अनुकूल नहीं है। किसी पिण्ड का घट द्रव्यमान, जो पिण्ड के साथ गति करता हुआ कोई प्रत्यक्ष मापना है, वह एक आपत्तिक राशि है और

पिण्ड के गुण की दृष्टि से उसका कोई भौतिक महत्व नहीं होता। किसी पिण्ड का निजी द्रव्यमान उसका वास्तविक गुण होता है जो प्रेक्षक पर निर्भर नहीं करता, परन्तु यह भी पूर्ण रूप से अपरिवर्ती नहीं है। जसा कि हम अभी देखेंगे द्रव्यमान की धारणा ऊर्जा का धारणा में ही लुप्त हो जाती है। हम कह सकते हैं कि यह उम ऊर्जा को यकन करता है जो पिण्ड आन्तरिक रूप से खच करता है और उस ऊर्जा से बिल्कुल ही भिन्न है जो बाह्य रूप से प्रकट होता है।

द्रव्यमान संरक्षण सवग संरक्षण और ऊर्जा संरक्षण में चिरसम्मत भौतिकी के महान सिद्धांत हैं। अब हम सवग संरक्षण पर विचार करेंगे।

किसी दिशा में एक पिण्ड का सवेग उसी दिशा में उसके वेग की द्रव्यमान से भाग देने पर प्राप्त होता है। इसलिए मद गति से चलने वाले किसी भारी पिण्ड का भी उतना ही सवेग हो सकता है जितना तब चलने वाले किसी हल्के पिण्ड का। जब कई पिण्ड किसी भी ढंग से अन्तर्क्रिया करते हैं उन्महरण के लिए परस्पर टक्कर से या पारस्परिक गुरुत्व से तो जब तक कि कोई बाहरी प्रभाव न हो उनका कुल सवेग विसा भी दिसा में अचर रहता है। यह नियम आपत्तिवता सिद्धांत में भी सही रहता है। भिन्न प्रेक्षका के लिए द्रव्यमान भिन्न भिन्न हाता है परन्तु वेग भी भिन्न भिन्न हाता है और य अन्तर एक दूसरे की पूर्ति कर दत हैं और यह सिद्धांत सही रहता है।

किसी पिण्ड का सवग विभिन्न दिशासा में भिन्न भिन्न हाता है। इसे मापने की साधारण विधि यह है कि किसी दिशा में पिण्ड का वग लो (प्रेक्षक द्वारा मापा गया) और इस पिण्ड के द्रव्यमान (प्रेक्षक द्वारा मापा गया) से गुणा करो। किसी दिशा में वग उस दूरी के बराबर होता है जो मापक समय में उम गिसा में तय की जाती है। माना कि अब हमके यजाय हम पिण्ड द्वारा तय की गई यह दूरी लेते हैं अब पिण्ड मानक अन्तराल तय कराता है (साधारणतः इसमें बहुत थान अन्तर पड़ेगा क्योंकि यदि वग प्रकाश के वेग से काफी कम हा तो अन्तराल लगभग समयावधि के बराबर ही होता है) और माना कि हम प्रेक्षक द्वारा मापे गए द्रव्यमान क यजाय उसका निजी द्रव्यमान लेते हैं। इन दो परिवन्ना ॥ समान अनुपात में वग बढ जाएगा और द्रव्यमान घट जाएगा। इस प्रकार सवग उतना ही रहेगा परन्तु यही प्रेक्षक द्वारा अनुमानित रागिया क यजाय एमी रागिया रखी गई हैं जो प्रेक्षक पर निर्भर नहीं होती—इसमें पिण्ड द्वारा किसा गिसा में तय की गई दूरी पर य बान लागू नहा होनी है।

अब हम समय क स्थान पर त्रिज्जान लेते हैं तो हम देखते हैं मापन पर जा द्रव्यमान घाता है (निजी द्रव्यमान क विपरीत) वह उमी प्रकार की रागि है जसा कि किसी निश्चिन्त गिसा में सवग यमलिए इस द्रव्यमान को हम समय गिसा में सवग कह सकते हैं। मापा गया द्रव्यमान प्राप्त करने क लिए अपरिवर्ती द्रव्यमान (Invariant Mass) का उम समय से गुणा करते हैं

जा मात्रक अंतराल यात्रा करने में लगता है। सवेग प्राप्त करने के लिए इसी परिवर्तित द्रव्यमान को उस दूरी से गुणा करते हैं जो मात्रक अंतराल यात्रा करने में तय की जाती है। दिव काल के दृष्टिकोण से ये दोनों एक-दूसरे से सम्बंधित हैं।

यद्यपि किसी पिण्ड का मापा हुआ द्रव्यमान पिण्ड के सापेक्ष प्रेक्षक की गति पर निर्भर करता है फिर भी यह एक महत्वपूर्ण राशि है। माप गए द्रव्यमान का संरक्षक ऊर्जा संरक्षण के समान है। यह कुछ अजीब-सा लगता क्योंकि साधारणतः द्रव्यमान और ऊर्जा विलकुल भिन्न मात्रक पड़ते हैं। परन्तु यह मालूम हुआ कि ऊर्जा और मापा गया द्रव्यमान एक ही चीज है। यह कम होता है इनका समझना आसान नहीं है फिर भी हम कागिज करेंगे।

साधारण बातचीत में द्रव्यमान और 'ऊर्जा' का एक ही अर्थ ही होता है। जब हम किसी ऐसे व्यक्ति की कल्पना करते हैं जो कुर्सी पर बैठा रहता है और तबही से चलता फिरता नहीं है, तो हम उसके साथ 'द्रव्यमान' का सम्बद्ध होने की कल्पना करते हैं परन्तु ऊर्जा का हम उस पतले दुबले व्यक्ति के साथ सम्बद्ध मानते हैं जो 'बुस्त' और दौड़ धूप करने वाला हो। साधारण बातचीत में हम 'द्रव्यमान' को जड़त्व के साथ सम्बद्ध करते हैं परन्तु जड़त्व का यह दृष्टिकोण उसका एक पहलू है, इसमें गति आरम्भ करते समय मंद रहने का भाव है परन्तु रुकने में नहीं आता कि वह भी इसके समान ही है। इन सभी 'गणना' की भौतिकी में विगैय ब्यापनिक अर्थ हैं जो सामान्य बातचीत में इनके अर्थों के लगभग समरूप हैं। अभी तो हमारा सम्बन्ध ऊर्जा के विधान विषयक अर्थ से है।

उनीसवीं शताब्दी के उत्तरार्ध में ऊर्जा संरक्षण या जैसा कि हबर्ट एडर ने इसका नाम रखा है बल की अटलता (Persistence of Force) पर काफी छानबीन हुई। चूंकि ऊर्जा के कई रूप होते हैं इसलिए इसकी सरल व्याख्या कठिन है परन्तु इसमें मुख्य बात यही है कि ऊर्जा में तो कभी उत्पन्न की जा सकती है और न कभी उसका विनाश किया जा सकता है। हालांकि उसे हम एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित कर सकते हैं। इस सिद्धान्त की प्रतिष्ठा जूल के 'ऊष्मा के यांत्रिक तुल्यत्व' के आविष्कार के साथ साथ और भी बढ़ गई। उस सिद्धान्त से यह पता चला कि ऊष्मा की निश्चित मात्रा उत्पन्न करने के लिए आवश्यक कार्य और किसी न्यून हुए भार को एक निश्चित ऊँचाई तक उठाने के लिए किये गए कार्य में एक निश्चित अनुपात होता है। वास्तव में यांत्रिकत्व के अनुसार ज्ञाना काया के लिए एक ही प्रकार का कार्य प्रयुक्त किया जा सकता है। जब यह पता चला कि ऊष्मा भ्रणुगति के रूप में होती है तो यह स्वाभाविक ही मान्य पड़ा कि यह भी दूसरे प्रकार की ऊर्जा के समरूप ही जानी चाहिए। मोटे तौर पर यह कहा जा सकता है

निश्चिन्ता सिद्धांत के अनुसार हर प्रकार की ऊर्जा दो स्थापना से किसी एक रूप में ही सञ्चली है जिह्वामय गतिज और 'स्थितिज' ऊर्जा कहते हैं। इनका परिभाषा इस प्रकार की गई—

जिन्ना वस्तु की गतिज ऊर्जा उमने द्रव्यमान को वेग के वर्ग में गुणा करने पर प्राप्त होती है। वहीं कणों की कुल गतिज ऊर्जा उनकी अलग अलग गतिज ऊर्जाओं का योग का बराबर होती है।

स्थितिज ऊर्जा की व्याख्या करना और भी कठिन होता है। यह विद्युति की एंगी प्रत्यक्षा का व्यवहार करती है जिसकी वेगल बल के प्रयोग से ही बनाए रखा जा सकता है। अब हम एक सरल उदाहरण लें यदि किसी भार को ऊपर उठाकर उसे वहीं अवस्थित रखा जाए तो उसमें स्थितिज ऊर्जा होगी, क्योंकि यदि उसे या ही स्थिति छोड़ दिया जाए तो वह गिर पड़ेगा। उसकी स्थितिज ऊर्जा उस गतिज ऊर्जा का बराबर होगी जो वह उस दूरी तक घासम गोले गिरने में प्राप्त कर लेगा जिनका वह उस ऊपर उठाया गया था। इसी प्रकार जब कोई धूमकेतु एक अधिज उत्केन्द्रता (Eccentricity) वाली कक्षा में मूल के चारों ओर परिभ्रमण करता है तो वह जब मूल के पास होता है तब मूल से दूर वाली स्थिति के मुकाबले ज़रा से चलाता है। उस तरह जब वह मूल के नजदीक जाता है तो उसकी गतिज ऊर्जा बहुत अधिक होती है। दूसरी ओर जब वह मूल से अधिकतम दूरी पर होता है तो वहाँ उसकी स्थितिज ऊर्जा उससे अधिक होती है क्योंकि वहाँ वह उस पथ पर की भाँति जाता है जिसे ऊर्जा पर उठाया गया हो। किसी धूमकेतु की गतिज और स्थितिज ऊर्जा का योग अपरिवर्ती रहता है क्योंकि यदि उसकी किसी से टकराव न हो या उल्टा पथ में घूमना न हो। हम धूमकेतु के एक स्थिति में दूसरी स्थिति में पहुँचने पर उसकी स्थितिज ऊर्जा में होने वाले परिवर्तन का मान हमें परसकत है परन्तु उसकी कुल मात्रा तो एक हद तक या स्थिति ही होगी क्योंकि हम उसका शून्य स्तर (Zero Level) कहा भी मान सकते हैं। उदाहरण के लिए अगर पथ का स्थितिज ऊर्जा हम उस गतिज ऊर्जा का बराबर मान सकते हैं तो वह धूमकेतु सर गिरने में प्राप्त करता है या धूमकेतु के पथ में गिरने में प्राप्त करता है या उससे कम किसी भी दूरी तक गिरने में प्राप्त करता है। इसमें कोई अंतर नहीं पड़ता कि हम कम जिसका माना है परन्तु यह भी मानें हमारा ज्ञान ही मानते रहें। हमारा सम्बन्ध तो मानव ज्ञान का है और उम्मीद हमें मान का बाद प्रभाव नहीं पड़ता कि हमने किसी पथ में आगमन किया था।

दिए गए निष्कर्षों की स्थिति और गतिज ऊर्जा की गतिज प्रभाव के लिए निम्नलिखित बातें हैं। चिरप्रतिष्ठा गतिविज्ञान में गतिज ऊर्जा प्रत्यक्ष का मान के अनुसार निम्नलिखित होगी परन्तु उनका अंतर स्थिर होगा,

स्थितिज ऊर्जा में कोई अंतर नहीं होगा। फलस्वरूप प्रत्येक प्रेक्षक के लिए कुल ऊर्जा स्थिर होगी—हमें यही यह मानते हुए कि सम्बन्धित प्रेक्षक सीधी रेखा में एक समान गति से चल रहे थे, या अगर ऐसा न हो तो वह अपनी गति ऐसे पिण्डों के प्रमग में मान सकते थे जो उस ढग से गतिमान हैं। परन्तु आपेक्षिक गति विज्ञान में परिस्थिति बहुत जटिल हो जाती है। गतिज और स्थितिज ऊर्जा-सम्बन्धी घूटन की धारणा का आपत्तिज्ञान के विनिष्ट सिद्धांत में अनुसूल बनाना सरल नहीं है। परन्तु हम स्थितिज ऊर्जा की धारणा का आपत्तिज्ञान के “यापक” सिद्धांत के अनुसूल नहीं बना सकते और न ही हम गतिज ऊर्जा की धारणा का सामायीकरण कर सकते हैं। उम्मे अतः अलग-अलग पिण्डों के लिए माप बना सकते हैं। इसलिए साधारण “घूटनीय दृष्टि” में ऊर्जा का संरक्षण माप नहीं होगा। इसका कारण यह है कि किसी पिण्ड निर्माण की गतिक और स्थितिज ऊर्जाओं की धारणा वास्तव में ऐसी है जो दिन-काल के विस्तृत क्षेत्रों के लिए लागू होती है। निर्देशांकों के चुनाव में जितनी विविधता हो सकती है तथा दिक्-काल का पहाड़ी स्वरूप, जिनका वर्णन अन्धाय आठ में दिया गया था उन दानों की वजह से व्यापक सिद्धांत में ऐसी धारणाओं का स्थान बना प्रजीन सा लगता है। “यापक” सिद्धांत में भी एक संरक्षण नियम है परन्तु यह इतना लाभदायक नहीं है जितने कि “घूटनीय यादृशी” के और विनिष्ट सिद्धांत के संरक्षण नियम हैं। इसका कारण यह है कि यह निर्देशांकों के चुनाव पर ऐसे ढग से निर्भर करता है जिस सम्भना कठिन होता है। हम देख चुके हैं कि निर्देशांकों के चुनाव की स्वतन्त्रता ही आपेक्षिकता के व्यापक सिद्धांत का मागदण्ड है और संरक्षण नियम सादे-जनक है क्योंकि यह उस सिद्धांत का विरोध करता है। इस समस्या का समाधान तो अभी धारी ही है कि क्या इसका अर्थ लगाया जा सकता है कि संरक्षण नियम का जितना महत्त्व सम्भना जाता था वास्तव में उतना नहीं है या कोई सतोपजनक संरक्षण नियम अभी भी सिद्धांत की गणितीय कुटिलताओं में छिपा पड़ा है। अभी तो हमें व्यापक सिद्धांत में एक अकेल वर्ण का गतिक ऊर्जा से ही सन्तुष्ट करना पड़ेगा। प्रायः जाने वाले तथ्य में हम देखते इसी का आवश्यकता पड़ेगी। हम यह माद रखना चाहिए कि ऊर्जा संरक्षण के सम्बन्ध में जो कठिनाइयां हैं वे केवल “यापक” सिद्धांत में हैं विनिष्ट सिद्धांत में नहीं। जब भी गुरुत्व को गण्य माना जा सके और विनिष्ट सिद्धांत लागू होता हो, तब ऊर्जा का संरक्षण सम्भव हो सकता है।

सिद्धांत रूप में ‘संरक्षण’ का जो अर्थ है प्रायोगिक रूप से टीका रखा गया है। सिद्धांत रूप में यदि किसी चीज की मात्रा उनी-नी उनी हो रहती तो जितनी समय किसी समय थी तो हम कहते हैं कि वह संरक्षित रहती है। परन्तु प्रायोगिक रूप से हम सारे ससार में उसकी जाँच नहीं कर सकते इसलिए हम

उसका ऐसा ग्रथ लेना होगा जो साध्य हो। हमारा मतलब है कि यदि हम कोई निश्चित क्षेत्र लें और उसमें हमारी राशि का मान बदल जाता है तो इसका कारण यह होता है कि उसका कुछ भाग क्षेत्र की सीमाओं के पार चला गया है। यदि न कोई मृत्यु हो और न किसी का जन्म हो तो जनसङ्ख्या सरक्षित रहेगी ऐसी अवस्था में किसी देश की जनसङ्ख्या केवल आवास और प्रवास से ही बदल सकती है अर्थात् जब जनसङ्ख्या देशों की सीमाओं को पार करके जाए। हो सकता है कि हम चीन या मध्य अफ्रीका की जनसङ्ख्या ठीक ठीक न मान्य कर सकें, तब हम संसार की कुल जनसङ्ख्या नहीं मान्य कर सकेंगे। परन्तु यदि जहाँ कहीं आँकड़े उपलब्ध हैं वहाँ जनसङ्ख्या स्थिर ही रहती हो बताने कि जनसङ्ख्या का आवास प्रवास न हो तो हम जनसङ्ख्या को स्थिर मान सकते हैं। परन्तु वास्तव में जनसङ्ख्या सरक्षित नहीं रहती। मरी जान पट्टवान के एक शरीर-वैज्ञानिक (Physiologist) ने एक बार चार बड़े एक घण्टा में बंद करके रक्खे। जब कुछ घंटे बाद वह उन्हें बाहर निकालने गया तो वे ग्यारह हो गए। परन्तु इसमें द्रव्यमान में घट-बढ़ नहीं होती उस समय के बाद 11 बूँदों का द्रव्यमान भी उतना ही होगा जितना गुरु म चार बूँदों का था।

इससे हम वापस उस समस्या पर आ जाते हैं जिसकी वजह से हमने ऊर्जा की खोज की थी। हमने कहा था कि आपेक्षिकता सिद्धांत में ऊर्जा और मापन गया द्रव्यमान एक ही माना जाता है और हम इसका कारण समझाने में सफल हुए थे। अब समय आ गया है कि हम इसकी व्याख्या करें। परन्तु यहाँ भी अध्याय 6 के अंत की भाँति जो पाठ्य गणित से परिचित नहीं हैं उनके लिए बटिनाई होगी इसलिए हम उसे छाड़कर अब निम्नलिखित विवरण से प्रारम्भ करेंगे।

माना कि हम प्रकाश वेग का मात्रक बराबर मानते हैं आपेक्षिकता सिद्धांत में यह हमारा ही सुविधाजनक होना है। माना कि किसी वस्तु का निजी द्रव्यमान m है और प्रेश्वर के साथ उसका वेग v है। तब मापन पर इसका द्रव्यमान निम्न होगा—

$$\frac{m}{\sqrt{1-v^2}}$$

और सामान्य सूत्र के अनुसार उसकी गतिज ऊर्जा होगी

$$\frac{1}{2} m v^2$$

अब कि हम पञ्चम दस्य पुर $\frac{1}{2} m v^2$ ऊर्जा लाभ हानि खात में ही आती है इसलिए हम इनमें कोई भी स्थिर राशि जोड़ सकते हैं। इस प्रकार हम ऊर्जा को

$$m + \frac{1}{2} m v^2$$

मान सकते हैं।

अब यदि v का मान प्रवास-वेग का एक बहुत छोटा अंश हो तो $m + \frac{1}{2}mv^2$

ठीक $\frac{m}{\sqrt{1-v^2}}$ के बराबर होगा। इसने पत्रस्वरूप बड़े पिण्डों के वेग के लिए

ऊर्जा और माप गए द्रव्यमान में माप की अधिकतम यथायता हान पर भी कोई अंतर नहीं आता। वास्तव में अपनी ऊर्जा की परिभाषा को बदल देना ही

ठीक रहेगा और तब यह $\frac{m}{\sqrt{1-v^2}}$ के बराबर होगी, क्योंकि यह ऐसी राशि

है जिस पर संरक्षण जैसा नियम लागू होता है। और जब वेग बहुत अधिक होता है तब प्रचलित सूत्र की तुलना में इस सूत्र से ऊर्जा का अधिक तही व्यक्त किया जा सकता है, इसलिए प्रचलित सूत्र को सन्निकट मूल मानना चाहिए और नये सूत्र को इसका यथाय रूप मानना पड़ेगा। इस प्रकार ऊर्जा और मापा गया द्रव्यमान समरूप हो जाते हैं।

अब मैं 'क्रिया' की धारणा पर आता हूँ जिसमें सामान्य लोग ऊर्जा की तुलना में कम परिचित हों हैं परन्तु यह आपेक्षिकता भौतिकी और क्वांटम सिद्धांत में बहुत महत्वपूर्ण हो गई है (क्रिया की छोटी मात्रा को क्वांटम कहते हैं)। क्रिया' बाद ऊर्जा और समय के गुणनफल का व्यक्त करने के लिए प्रयुक्त किया जाता है। हमारा अभिप्राय है कि यदि किसी तंत्र में एक मात्रक ऊर्जा हो तो एक सेकण्ड में उसकी क्रिया एक मात्रक होगी और 100 सेकण्ड में क्रिया 100 मात्रक होगी। यदि किसी तंत्र में 100 मात्रक ऊर्जा हो तो एक सेकण्ड में उसकी क्रिया 100 मात्रक होगी और 100 सेकण्ड में 10 000 होगी। स्थूल रूप से क्रिया' को निय गए काय की माप मान सकते हैं। अधिक ऊर्जा और अधिक समय होने से इसका मान बढ़ जाता है। चूंकि ऊर्जा स्वयं माप गए द्रव्यमान के बराबर होती है, इसलिए क्रिया को माप गए द्रव्यमान और समय के गुणनफल के भी बराबर मान सकते हैं। फिर प्रतिष्ठित यांत्रिकी में विसा भाग में पदार्थ का घनत्व, उसके द्रव्यमान को आयतन से भाग देने पर प्राप्त होता है। इसका मतलब यह है कि यदि आप किसी छोटे भाग का घनत्व जानते हैं तो आप उस छोट भाग के आयतन का घनत्व से गुणा करके पदार्थ की कुल मात्रा माप सकते हैं। आपेक्षिकता यांत्रिकी में हम आकार के लिए हमेशा दिक् बाल रखते हैं इसलिए किसी एक 'भाग' का हम एक मात्र भाग नहीं मान सकते बल्कि एक समयवृद्धि के लिए आयतन मानेंगे। छोटा भाग कम समयवृद्धि का छोटा आयतन होगा। इनसे यह निष्कर्ष निकलता है कि यदि घनत्व ज्ञात हो तो तब मात्रा में एक छोटा भाग, बस छोटे द्रव्यमान का ही व्यक्त नहीं करता बल्कि छोटे द्रव्यमान और घटती समय के गुणनफल अर्थात् क्रिया' की घटती मात्रा का व्यक्त करता है। इसमें

यह समझ में आ जाता है कि हम यह आशा क्या होनी चाहिए कि 'क्रिया' आपेक्षितता यांत्रिकी में मूलभूत महत्त्व की मिद्ध होगी। और वास्तव में यह वस ही महत्त्व की है।

हमारा एन अभिगृहीत यह था कि मुक्ति रूप से गति करता हुआ कण जिघाडमिक में चलना है। इस उजाय हम कण की क्रिया से सम्बन्धित एन दूसरी धारणा (assumption) लेते हैं। इस धारणा का प्रत्यक्ष क्रिया सिद्धांत (Principle of least Action) कहते हैं। हमारे अनुसार एक अवस्था से दूसरी अवस्था में जान में कोई पिण्ड वांछी सब पथों को छाड़कर ऐसा पथ लेता है जिसमें क्रिया 'न्यूनतम' हो—यह भी अन्तरितीय आनन्द का नियम है। प्रत्यक्ष नियम सिद्धांत केवल अनेक पिण्डों तक ही सीमित नहीं है। इसी प्रकार की एन दूसरी ऐसी धारणा बनाना संभव है जिससे पहाडिया और घाटिया सहित समस्त दिक् कान का वर्णन सम्भव हो। ऐसे सिद्धांत जो क्वांटम सिद्धांत और आपेक्षितता में मुख्य रूप में लागू होते हैं यांत्रिकी के गूढ़ व्यावहारिक अंश की व्याख्या के लिए अत्यधिक व्यापक उपाय हैं।

विस्तारशील ब्रह्माण्ड

हम अब तक एने प्रयोगों और प्रेक्षणों पर विचार कर रहे थे कि हम स अधिकांश का समग्र धृष्टी या शीरतत्र में था। बल साधन से ही हमने तारों तक की दूरी की चर्चा की है। इस अध्याय में हमारा ध्येय बहुत विस्तृत दूरियों तक रहेगा। हम विचार करेंगे कि समस्त विश्व के बारे में आपक्षिका सिद्धांत क्या कहता है।

हम जिन ज्योतिष प्रेक्षणों पर विचार करेंगे वह सुस्थापित यथार्थ सध्य मानना पड़ेगा। फिर भी इन परिणामों की सद्धातिव "वारता का स्वरूप अधिक आनुमानिक है और यह नती मान लेना चाहिए कि हम एम सद्धातिव विषयों पर विचार कर रहे हैं जिनमें उल्लाही ठामपन ८ जितना कि अब तक के विपाराधीन पर यों म था। उनमें निश्चय ही सुधार की आवश्यकता है। विज्ञान का उद्देश्य चिन्ता सत्य और सनातन सिद्धांतों की स्थापना करना नहीं है। विज्ञान का उद्देश्य ता उत्तरात्तर सनिवटना (Successive Approximations) स सत्य पर पहुँचना है और इसका साथ साथ किमी अवस्था में यह साधा भी नहीं करना है कि वह अंतिम है या उसमें पूर्ण सभावता प्राप्त हो गई है।

विश्व की सामान्य आकृति के बारे में कुछ प्रारम्भिक मापदण्डों द्वारा भाव्य है। पदार्थ के व्यापक वितरण के बारे में अब काफी कुछ ज्ञात है। हमारा सूक्ष्म 100,000 करोड़ तारों के जग निवास का एक तारा है जिसे नीहारिका (मावागगा) कहते हैं। नीहारिका का आकार एक विशाल कथेराने पहिय की तरह है जिसका दीप्त नाभि (Hub) से सपिलानार भुजाएँ निकल रही हैं आवागगा की बाह्य सीमाएं बहुत स्पष्ट नहीं हैं परंतु तारों के मुख्य समूह की चौड़ाई 30,000 प्रकाश वर्ष है और मागई उमका दमवी भाग है (एक प्रकाश वर्ष वह दूरी है जो प्रकाश एक वर्ष में चलता है = 6 लाख करोड़ मील)। सूक्ष्म एक सपिल भुजा पर स्थित है और

चूँकि नीहारिकाओं के पुंज सबसे बड़े प्राकृतिक एका हैं, और चूँकि हम ऐसे एका बड़ी मर्यादा में देख सकते हैं, इसलिए यह मान लेना उचित होगा कि ब्रह्माण्ड का, वर्तमान दूरदर्शियों से, दिखाई पड़ने वाला भाग समस्त ब्रह्माण्ड का द्योतक है। यह मानना उचित नहीं होगा कि एक समान वितरण का क्षेत्र उतना ही है जितना कि हम अब अपने दूरदर्शियों से देख सकते हैं (लगभग 10,000 लाख प्रकाश वर्ष तक) तथा प्रेक्षण विधि में सुधार होने से जो दूरस्थ क्षेत्र खोजे जाएंगे वे भिन्न वितरण के होंगे। हालाँकि ऐसा होना असम्भव नहीं है, परन्तु इसका मतलब यह होगा कि स्थानीय समूह या इसके आस पास का भाग विशेष रूप से एक समान भाग है जबकि इसके ऐसा माने जाने का कोई वैज्ञानिक कारण नहीं मान्य पड़ता।

ब्रह्माण्ड समग्र रूप से एक समान है, यह विचार पर्याप्त ज्यातिप प्रमाण उपलब्ध होने से भी बहुत पहले का है और यह अब एक मूलभूत अभिगृहीत बन गया है। इसकी सामान्यतः 'ब्रह्माण्ड सिद्धांत' (Cosmological Principle) कहते हैं। ब्रह्माण्ड सिद्धांत वास्तव में कापरनिक्स के विचारों का ही केवल एक विस्तृत रूप है। जैसे ही हम इस अवधानी धारणा का परित्याग करें कि पृथ्वी समस्त विश्व का केन्द्र है तो हमें यह भी तुरन्त स्पष्ट हो जाता है कि सूर्य भी एक साधारण तारा है और उसका इस विश्व सम्बन्धी हमारी व्याख्या में पृथ्वी से अधिक कोई विशेष स्थान नहीं है। जब हम देखते हैं कि हमारी नीहारिका और जिसकी वह सदस्य है वह पुंज भी आदर्श नमूने हैं तो उन्हें भी दूसरे समान पिण्डों के जसा ही मानना पड़ेगा। ऐसा मान का कोई आनुभविक कारण दिखाई नहीं पड़ता है कि भौतिकी के नियम एक नीहारिका पुंज से दूसरे पुंज में भिन्न होंगे। एसी दलीलो से हम यह निष्कर्ष निकालते हैं कि ब्रह्माण्ड समग्र रूप में एक समान है। दूसरे शब्दों में वह ब्रह्माण्ड सिद्धांत के अनुरूप है।

इसके अभिप्रायों को हम कुछ भिन्न तरीके से व्यक्त कर सकते हैं। माना कि आपको एक ऐसे बिन्दु में बंद कर दिया जाए कि आपके पिंडकियाँ न हों और ब्रह्माण्ड के किसी दूरस्थ भाग में ल जाया जाए। जब बिन्दु से बाहर निकाला जाए तो आपको तारा और नीहारिकाओं का वह विसिष्ट वितरण तो दिखाई नहीं पड़ेगा जो पृथ्वी से दिखाई पड़ता था—आपके वातावरण का भौतिक विवरण भिन्न होगा—परन्तु ब्रह्माण्ड सिद्धांत के अनुसार ब्रह्माण्ड की कुल प्राकृति वही ही मान्य पड़ेगी। विस्तृत विवरण के अतिरिक्त आप यह नहीं बता सकेंगे कि आप ब्रह्माण्ड के किस भाग में हैं।

एक महत्त्वपूर्ण घटना ऐसी है जिससे हम यह मानने लगते हैं कि नीहारिकाओं के स्थानीय समूह का ब्रह्माण्ड में विनिष्ट स्थान है। यह है दूरस्थ नीहारिकाओं के स्पेक्ट्रम में 'लात वण' की और स्थानांतरण (Red

केन्द्र पर है। परन्तु यह एक भूल होगी क्योंकि इसमें गति के सापेक्ष हान पर ध्यान नहीं दिया गया है जिसको इस पुस्तक में बार बार दाहराया गया है। फिर स मण्डपों के भुण्डों के सादृश्य पर विचार करो। माना कि वे अण्डो मियाई हुई मण्डपों के भुण्ड हैं, जो पूर्व से पश्चिम तक जान वाली रंगों में दम-दम गज की दूरी पर जमीन के ऊपर मढराते रहते हैं। अब मान लो कि उनमें से एक भुण्ड पृथ्वी के सापेक्ष स्थिर है और इससे पूर्व की दिशा में दस गज की दूरी वाला भुण्ड पूर्व की ओर एक गज प्रति मिनट की दर से जा रहा है 20 गज पूर्व में एक दूसरा भुण्ड पूर्व दिशा की ओर दस गज प्रति मिनट की दर से जा रहा है, इत्यादि। स्थिर भुण्ड के पश्चिम में स्थित भुण्ड भी इस ही दर से पश्चिम दिशा की ओर जा रहे हैं। एसी स्थिति में गतिमान या स्थिर भुण्डों की भिन्न भिन्न मंजरी का यही मालूम पड़गा कि सभी भुण्ड उससे अपना भुण्ड से दूर जा रहे हैं और उनके बगल दूरी के अनुपात में हैं। यदि स्थिरता की परीक्षा के लिए जमीन में होती तो हम बिना एक भुण्ड को ऐसा गतिमान मान सकते थे कि उसकी स्थिति किसी रूप में विशेष है।

नीहारिकाओं के पुंज का आचरण भी ठीक ऐसा ही है। हालांकि उनका निरक्षण सीसी हुई मण्डपों के भुण्डों की भांति पूर्व पश्चिम रखा में न होकर अनियमित रूप से चारा दिशाओं में है परन्तु भण्डों की भांति ही जैसा एक पुंज में स्थित प्रेक्षक का ऐसा ही मालूम पड़ेगा कि बाकी सभी पुंज उसके अपने पुंज से दूर जा रहे हैं। यही कि विश्व में स्थिर अवस्था होने का कोई मान नहीं है इसलिए प्रत्येक पुंज से समान विस्तारशीलता दिखाई पड़ेगी।

हमारे पुंज के सबसे पास वाला पुंज 250 लाख प्रकाश वर्ष की दूरी पर है और उनमें 500 से भी अधिक नीहारिकाएँ हैं। उसमें स्पेक्ट्रम में लाल का दिशा में जा स्थानांतरण होता है उससे अनुमान होता है कि वह हमसे 750 गज प्रति मिनट की दर से दूर जा रहा है और सबसे दूर की जात नीहारिका, जिसका प्रेक्षण किया गया, उससे लाल की दिशा में हान वाले स्थानांतरण का 100 गुना है यर्थात् उसकी हमसे दूर जान की चाल प्रकाश वर्ष का दस भाग है।

अब हम इस बात की जाँच करेंगे कि विश्व के सम्बन्ध में यह जानकारी आपत्तिजन्यता के अभाव में सिद्धांत में कम टीका बटनी है। हम देख चुके हैं कि मूल के गुरुत्वीय प्रभावों को किस प्रकार निकाल में पहाड़ियों के रूप में समझाया जा सकता है। एक नीहारिका या एक पुंज को भी इसी प्रकार देखा जा सकता है परन्तु उसको ध्वस्त करने वाली पृथ्वी बहुत बड़ी होगी क्योंकि उनका द्रव्यमान बहुत अधिक होता है (एक आदमी नीहारिका का द्रव्यमान मूल से एक लाख करोड़ गुना होता है)। यदि हम इस प्रकार के निरक्षण

मे प्रत्येक नीहारिका के सब तारों को और प्रत्येक पुज में नीहारिकाओं के वितरण को व्यक्त करना चाहे तो यह पहाड़ी बड़ी जटिल हो जाएगी जिसमें बहुत स शिखर और घाटियाँ होंगी। इससे अब हम समस्त ब्रह्माण्ड को पहाड़ी युक्त दिक्-काल से व्यक्त करने का प्रयत्न कर सकते हैं जिसमें पुज इधर-उधर फले हो। ऐसा विवरण गणितीय दृष्टि से बहुत जटिल होगा क्योंकि इसमें ऐसे भौगोलिक विवरण भी होंगे जिनकी विश्व के समग्र रूप में वर्णन में कोई आवश्यकता नहीं पड़ती। इस वर्णन को सरल करने के लिए हम एक मॉडल बनाते हैं जिनमें केवल वे ही लक्षण रखे जाते हैं जो आवश्यक हो उसमें भौगोलिक विवरण को छोड़ देते हैं। जो लक्षण उसमें रखे जाते हैं वे हैं बड़ पमाने पर एक समानता और विस्तारशीलता। अलग अलग पुजों की बनानट, आकार और उनकी ठीक ठीक स्थिति छोड़ दी जाती है।

इस प्रकार हम दिक् काल का ऐसा प्रतिरूप बनाते हैं जिसमें ब्रह्माण्ड को सन्निकट के बजाय यथातथ रूप से एक समान मानकर व्यक्त किया जाता है। इन सरल प्रतिरूपों (मॉडलों) में हम यह मान लेते हैं कि पदार्थ ऐसे पुजों के रूप में एकत्रित नहीं है जिनके बीच में बहुत स्थान हो बल्कि उसका वितरण सतत और निष्कोण (smooth) है।

जिस प्रकार हम पुज के रूप में पदार्थ के वितरण को यह कहकर समझा सकते हैं कि वह दिक्-काल में एक एनी पहाड़ी है जहाँ पुज दिखाई देता है, या हम यह सकते हैं कि दिक् काल पुज के आस पास वक्रित है, उसी प्रकार निष्कोण किये हुए प्रतिरूप में विश्व को ऐसे दिक्-काल से व्यक्त कर सकते हैं जो एक समान रूप में वक्रित हो। विभिन्न पुजों के पदार्थ को निष्कोण करने का प्रभाव यह होता है कि उनकी वक्रता भी तदनुसार निष्कोण हो जाती है जिससे थोड़ी-सी वक्रता सारे प्रतिरूप में ही आ जाती है। विश्व की यह समग्र वक्रता कुछ-कुछ साधारण आकार में गाले की वक्रता के सदृश है, परन्तु हम दिक् काल की कुल वक्रता की पृथ्वी के साथ तुलना करके वक्रता का दिक् काल पहाड़ियाँ के साथ सांध्य और आगे नहीं बढ़ाएँगे क्योंकि यह भ्रम उत्पन्न करने वाला होगा।

आइंस्टाइन का गुरुत्व नियम और उसमें साथ साथ निष्कोण करने की कल्पना—विशुद्ध एक-समानता का धारणा—में हम विश्व के घनत्व प्रतिरूप बना सकते हैं जिसमें समग्र वक्रता के कई भिन्न रूप होंगे। इस समग्र वक्रता का मुख्य प्रभाव यह है कि कुछ प्रतिरूपों में इसका मतलब यह होगा कि विश्व विस्तारशील मान्य हो सकता है। चूंकि आधुनिकता सिद्धांत में निर्देशक पद्धति के चुनाव में हम स्वतंत्र हैं इसलिए यहाँ भी हम चुनाव की कुछ स्वतंत्रता है। हम एक निर्देशक त मानते हैं कि निर्देशक दिया गया पदार्थ विरामावस्था में है और दिक्-काल में एक निश्चित वक्रता हो, या हम

विस्तारशील ब्रह्माण्ड

निर्देशांक ऐसे ले सकते हैं कि पदार्थ विस्तारशील मालूम हो और वयता कुछ कम मालूम हो। यह तो स्वेच्छा पर है कि हम कौन से निर्देशांक लेते हैं इससे अन्तिम परिणाम पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता। अन्तिम परिणाम यह भविष्यवाणी ही है कि विश्व सम्बन्धी इन प्रतिरूपों के अनुसार दूरस्थ पिण्डों का स्पन्दन लाल की दिशा में स्थानांतरित दिखाई पड़ेगा। हम लाल की दिशा में स्थानान्तरण का कारण या तो विस्तार मान सकते हैं या वक्रता और या बाह्य बलों को ही मान सकते हैं। बू कि विस्तार की संकल्पना, मानना वगैरह मानने से अधिक सरल होता है, परन्तु गणितीय दृष्टि से दोनों संकल्पनाएँ एक ही हैं। जहाँ एक मूल के स्पष्टता की रेषाओं में लाल की दिशा में स्थानांतरण सम्बन्धी भविष्यवाणी का सम्बन्ध है और जिससे ग्रहण 9 में भी हमारा सम्बन्ध रहा था, उसमें दूसरे ढंग से साचना अच्छा रहता है। अर्थात् लाल की दिशा में स्थानांतरण का कारण वक्रता मानना सरल होता है।

हम जिन प्रतिरूप विश्वों पर विचार कर रहे थे उनके लक्षण कुल मिला कर हमारे अपने विश्व के गुणों से मिलते जुलते हैं। कुछ दूसरे प्रतिरूप भी हैं जो आइन्स्टाइन नियम और एक्समानता की धारणा के अनुकूल हैं और उनमें लाल के बजाय नीले रंग की दिशा में स्थानांतरण होता है जो विश्व के संकुचन के अनुरूप है। ऐसे प्रतिरूपों के होने से आइन्स्टाइन सिद्धांत के यहि प्रकार बनाने का कोई कारण नहीं है। इसका मतलब है कि सिद्धांत प्रमाणों का यहि प्रकार हो जाएगा। बहुत सी धारणाएँ सुभाई गई हैं, परन्तु अभी तक कोई सतोषजनक सिद्ध नहीं हुई है।

अब हम यह ध्यान में रखते हुए, विस्तार के परिणामों पर आगे विचार करेंगे कि हम जो कुछ कहते हैं उसमें यदि आवश्यक हो तो, कभी भी दिक्काल की वक्रता के रूप में व्यक्त किया जा सकेगा। इसका सबसे प्रत्यक्ष परिणाम यह है कि यदि विश्व निरल होता जा रहा है—यदि नीहारिका-पुंज एक-दूसरे से दूर होते जा रहे हों, तो पहले के अवस्था के मुकाबले पास-पास रहे होंगे। माना कि हम विस्तारशील विश्व का कोई बरोबर वप पहले तब का एक चलचित्र लेते हैं ताकि उसमें विस्तार का सारा इतिहास आ जाए। यदि हम चलचित्र को उल्टा दिखाया जाए तब हमसे विश्व का इतिहास विलोम क्रम में प्रदर्शित होगा। एक-दूसरे से दूर होने जाने के बजाय, नीहारिकाओं के पुंज एक-दूसरे के समीप आने लगे होंगे। जग-जग चलचित्र पीछे मुड़ना जाएगा व एक-दूसरे के समीप होते जाएँगे, जब तब कि घात में व सम्भवतः इतने समीप आ जाएँगे कि उनके बीच में कोई स्थान नहीं बचेगा। उससे भी आगे हम यह मान सकते हैं कि तांगे व बीच की जगह भी कम

म प्रत्येक गीतारिका के साथ सारा की और प्रत्येक पुज में गीतारिका के वितरण की व्यवस्था करना चाहता है। यह पता चला कि बहुत ही जटिल हो जाएगा जिसमें बहुत सारे गीतार और गीतारिका होगी। इससे अब हम समस्त ब्रह्माण्ड की पहाड़ी युवा दिक्-बाल से व्यवस्था करने का प्रयत्न कर सकते हैं जिसमें पुज इधर-उधर फैले हैं। ऐसा विवरण गणितीय दृष्टि से बहुत जटिल होगा क्योंकि इसमें ऐसे भौगोलिक विवरण भी होंगे जिनकी विश्व के समग्र रूप से वर्णन में कोई आवश्यकता नहीं पड़ती। इस वर्णन का सरल करने के लिए हम एक मॉडल बनाते हैं जिनमें बस के ही साधन रखे जायें हैं जो आवश्यक हो उसमें भौगोलिक विवरण को छोड़ देते हैं। जो सक्षण उसमें रखे जाते हैं वही बड़े पैमाने पर एक समानता और विस्तारशीलता। अलग अलग पुजों की बनावट आकार और उनकी ठीक ठीक स्थिति छोड़ दी जाती है।

इस प्रकार हम दिक्-बाल का ऐसा प्रतिरूप बनाते हैं जिसमें ब्रह्माण्ड की सन्निकट के बजाय यथासंभव रूप से एक समान मानकर व्यवस्था किया जाता है। इन सरल प्रतिरूपों (मॉडलों) में हम यह मान लेते हैं कि प्रायः एक पुजा का रूप में एकत्रित नहीं है जिनके बीच में बहुत स्थान हो बल्कि उनका वितरण सतत और निष्कण (smooth) है।

जिस प्रकार हम पुज के रूप में पदार्थ के वितरण को यह कहकर समझा सकते हैं कि वह दिक्-काल में एक ऐसी पहाड़ी है जहाँ पुज दिखाई देता है या हम यह कह सकते हैं कि दिक्-काल पुज के आस पास वक्रित है उसी प्रकार निष्कण किये हुए प्रतिरूप में विश्व को एक दिक्-काल से व्यवस्था कर सकते हैं जो एक समान रूप से वक्रित हो। विभिन्न पुजा के पदार्थ को निष्कण करने का प्रभाव यह होता है कि उनकी वक्रता भी तदनुसार निष्कण हो जाती है जिससे थोड़ी-सी वक्रता सारे प्रतिरूप में ही आ जाती है। विश्व की यह समग्र वक्रता, कुछ-कुछ साधारण आकार में गोले की वक्रता के सदृश है परन्तु हम दिक् काल की कुल वक्रता की पृथ्वी के साथ तुलना करके वक्रता का दिक् काल पहाड़ियों के साथ सादृश्य और आगे नहीं बढ़ाएँ क्योंकि यह भ्रम उत्पन्न करने वाला होगा।

आइंस्टाइन का गुरुत्व नियम और उसके साथ-साथ निष्कण करने की सत्यप्राप्ति—विशुद्ध एक-समानता की धारणा—से हम विश्व के अनेक प्रतिरूप बना सकते हैं जिसमें समग्र वक्रता के कई भिन्न रूप होते हैं। इस समग्र वक्रता का मुख्य प्रभाव यह है कि कुछ प्रतिरूपों में इसका मतलब यह होगा कि विश्व विस्तारशील माना पड़ता है। यदि आपक्षितता सिद्धान्त में निर्दोश पद्धति के चुनाव में हम स्वतंत्र हैं, इसलिए यहाँ भी हम चुनाव की कुछ स्वतंत्रता है। हम ऐसे निर्दोश ले सकते हैं कि निष्कण किया गया पदार्थ विरामावस्था में हो और दिक्-काल में एक निश्चित वक्रता हो, या हम

विस्तारशील ब्रह्माण्ड

निर्देशक ऐसे ले सकते हैं कि पदार्थ विस्तारशील मालूम हो और वक्रता कुछ कम मालूम हो। यह तो स्वेच्छा पर है कि हम कौन से निर्देशक लेते हैं इससे अन्तिम परिणाम पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता। अन्तिम परिणाम यह भविष्यवाणी ही है कि विश्व मग्न वी इन प्रतिरूपों के अनुसार दूरस्थ पिण्डों या स्पेसम लाल की दिशा में स्थानांतरित दिखाई पड़ेगा। हम लाल की दिशा में स्थानांतरण का कारण या तो विस्तार मान सकते हैं या वक्रता और दिक्-काल वक्रता की संकल्पना से आसान है, इसलिए विश्व की विस्तारशील मानना वक्रता मानने से अधिक सरल होता है। परंतु गणितीय दृष्टि से दोनों संकल्पनाएँ एक ही हैं। जहाँ तक सूर्य के स्पेक्ट्रम की रेखाओं में लाल की दिशा में स्थानांतरण सम्बंधी भविष्यवाणी का सम्बंध है और जिससे अध्यापक 9 में भी हमारा सम्बंध रहा था, उसमें दूसरे ढंग से सोचना अच्छा रहता है। अर्थात् लाल की दिशा में स्थानांतरण का कारण वक्रता मानना सरल होता है। हम जिन प्रतिरूप विश्वों पर विचार कर रहे थे उनके लक्षण कुल मिला कर हमारे अपने विश्व के गुणों से मिलते जुलते हैं। कुछ दूसरे प्रतिरूप भी हैं जो आइंस्टाइन नियम और एकसमानता की धारणा के अनुरूप हैं और उनमें लाल के बजाय नीले रंग की दिशा में स्थानांतरण होता है जो विश्व के चक्र के अनुरूप है। ऐसे प्रतिरूपों के होने से आइंस्टाइन सिद्धांत के हट्कार करन का कोई कारण नहीं है। इसका मतलब है कि सिद्धांत प्रचुर — निराला प्रतिरूप धारणा की आवश्यकता है जिससे अव्यक्त प्रतिरूपों का बहिष्कार हो जाएगा। बहुत-सी धारणाएँ मुभाई गई हैं, परंतु अभी तक कोई सतोपजनक सिद्ध नहीं हुई है।

अब हम यह ध्यान में रखते हुए, विस्तार के परिणामों पर आगे विचार करेंगे कि हम जो कुछ कहते हैं उसे यदि आवश्यक हो तो, कभी भी दिक्-काल की वक्रता के रूप में व्यक्त किया जा सकेगा। इसका सबसे प्रत्यक्ष परिणाम यह है कि यदि विश्व विरल होता जा रहा है—यदि नीहारिका पुंज एक-दूसरे से दूर होते जा रहे हैं, तो पहले वे अब के मुकाबले पास-पास रहे होंगे। माना कि हम विस्तारशील विश्व का कई करोड़ वर्ष पहले तक का एक चित्र लेते हैं ताकि उसमें विस्तार का सारा इतिहास घा जाए। यदि इस चित्र को उल्टा दिया जाए तो अब इससे विश्व का इतिहास विलोम क्रम में प्रदर्शित होगा। एक दूसरे से दूर होने जाने के बजाय नीहारिकाओं व पुंज एक-दूसरे के समीप आते हुए मालूम पड़ेंगे। जन्म-जन्ते चलचित्र पीछे घुमता जाएगा व एक दूसरे के समीप होते जाएंगे जब तक कि अंत में वे सम्भवतः इतने समीप आ जाएंगे कि उनके बीच में कोई स्थान नहीं बचेगा। उसमें भी पाछे हम यह मान सकते हैं कि तारा व बीच की जगह भी कम

हानी जाएगी, और मारा उपलब्ध होगा एक मुख्य संचयित मूल्य में मर जाएगा जिसमें सारें बने होंगे। हम मरते हमारा सम्पत्ति जमाना होगा वगैरह जमाने में मरने में यह पता न। पता कि अभी अर्थ संचयित मूल्य अर्थमा यही धर्म भी मानते। परमात्र मरानिष्ठ प्रतिष्ठा मरने में माने जा ताएँ मरने में धर्म सचता है।

बहुत पल्लव क्या हुआ होगा मर सम्पत्ति में जानकारों के लिए हम मरानिष्ठ प्रतिष्ठा पर भी विश्वास नहीं कर सकते क्योंकि यदि ऐसा प्रयत्न उपनिष्ठ अर्थमा वास्तव में कभी भी तो पता न कि जान वगैरह गुणों में मराने मान्य पता है कि एसी स्थिति में मराने गुणों का मराने प्रभाव पता होगा। हम देख चुके हैं कि आइंस्टाइन के मित्रों में एक प्रभावों की व्याख्या नहीं की जा सकती इसलिए वास्तव में मर अर्थमा उपनिष्ठ अर्थमा के धर्म में कार्य विनियमनाय जानकारी प्राप्त नहीं है। इसमें अभिवृत्ति मराने प्रभाव के हानि से यह निष्कर्ष निरवृत्त है कि अर्थमा संचयित अर्थमा में पहल जा भी रहा होगा उसमें विश्व के धर्म के आचरण पर धर्म प्रभाव नहीं पड़ा होगा। यह सब तो केवल अनुमान ही है। इसमें हम कथन यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि यदि यह विश्व वास्तव में अर्थमा संचयित अर्थमा से ही उत्पन्न हुआ है तो यह अर्थमा संचयित धर्म ही मरने की वास्तविक अर्थमा है जिसमें धर्म में कुछ भी वास्तविक जानकारी मिलने की कार्य सम्भावना नहीं है। वास्तव में एसी अवस्था कभी आई या या नहीं यह धर्म की विचारणास्पद विषय है। उपलब्ध ज्योतिष धर्म के धर्म परिशुद्ध नहीं हैं कि इस समस्या के धर्म में कोई नियम दिया जा सके। जो साथ हम अवस्था के हानि में विश्वास करते हैं व उस अर्थमा संचयित अवस्था को विश्व का धर्म या विश्व की उत्पत्ति का समय या हमारे प्रकार की संचयित हैं। इन अभिवृत्तियों का धर्म केवल आर्थिक समय ही है जिसमें धर्म में किसी धार्मिक जानकारी की कभी कोई सम्भावना नहीं है। अच्छा यही होगा कि इनका यहि धर्म किया जाए क्योंकि इनमें अव्यक्त तत्त्वमीमांसाय धर्म निरवृत्ति है।

विश्व के धर्म प्रतिष्ठा भी है जिसमें अर्थमा संचयित अवस्था धर्मों ही नया और के उपलब्ध धर्म तथा आइंस्टाइन के मुख्य नियम के संचयित भी है। इनमें सबसे अच्छा प्रतिष्ठा वृद्ध है जिसे स्थिर अवस्था प्रतिष्ठा धर्म है। हम देख चुके हैं कि ब्रह्माण्ड मित्रों के अनुसार धर्म यह नहीं बना मरने कि विश्व में धर्म जिस स्थान पर है। परंतु विभिन्न नैतिकताओं के भिन्न धर्मों पर धर्म का प्रभाव यह बना सकते हैं कि व धर्म है (उनका धर्म धर्ममा है) — उदाहरण के लिए व धर्म ही धर्मों कि यह विश्व विस्तृत धर्म के साथ साथ विस्तृत धर्म जा रहा है और विश्व के धर्म निश्चित

व्यवस्था नहीं होती। इससे अधिक निस्तुन प्रतिष्ठा बनाने से बहुत कुछ भीषण गणितीय समस्याएँ उत्पन्न करनी पड़ेंगी। कौन सा प्रतिष्ठा सबसे अच्छा है यह निश्चित करने के लिए हम अधिक शुद्ध ज्योतिष भाषा की आवश्यकता है।

परम्परा और प्राकृतिक नियम

सारे विवाद में सबसे कठिन समस्या यह है कि शब्द सम्बन्धी विवाद और तत्त्व-सम्बन्धी विवाद में भेद किया जाए। यह कठिन नहीं होना चाहिए पर व्यवहार में यह कठिन है। यह भौतिकी के लिए भी उतना ही महत्व है जितना अन्य विषयों में। सनहरी शताब्दी में इस पर बहुत विवाद रहा कि क्या कहा है। हमारे लिए तो अब यह एक वादविवाद के समान ही लगता है कि बल की परिभाषा क्या हो, परन्तु उस समय इसका महत्त्व बहुत अधिक था। टेम्पर विधि, जो आपक्षिकता गणित में प्रयुक्त की जाती है, उसका एक उद्देश्य यह है कि भौतिकी में नियमों में जो कुछ पूर्णतः ऐच्छिक (विस्तृत दृष्टि से) है उसका बहिष्कार किया जाए। यद्वा प्रत्यक्ष ही है कि जो कुछ भी निर्देशांक में चुनाव पर निर्भर है वह 'उन दृष्टि से 'ऐच्छिक' है। एक व्यक्ति किसी नाव का बान से बैठा हुआ उसने माथ-माथ चलता है, यदि वह अपने बांस को हटा देता तो नदी के तल से उसकी स्थिति समान रूप से बनी रहती। निलीपुट के निवासियों इस बात पर बिनती ही लम्बी बहस कर सकते हैं कि वह व्यक्ति चल रहा है या स्थिर खड़ा है। पर वादविवाद शब्दों का होगा तथ्या का नहीं। यदि हम अपने निर्देशांक नाव के सापक्ष स्थिर मानें तो वह चलता हुआ मालूम पड़ेगा और यदि हम निर्देशांक नदी के तल के सापक्ष स्थिर मानें तो वह व्यक्ति स्थिर होगा। हम भौतिक नियमों को ऐसे ढंग से व्यक्त करना चाहते हैं कि यदि हम एक नियम को दो अलग अलग निर्देशांक-व्यवस्थाओं में व्यक्त करें तो हम यकीन से यह न मानें कि हमारे पास दो भिन्न नियम हैं जब कि प्रत्यक्ष रूप से एक ही नियम का भिन्न-भिन्न रूप से व्यक्त किया गया है। यह टेम्पर विधि की मन्त्र से सम्बन्धित है। कुछ नियम, जो एक भाषा में प्रयुक्त नगण्य मालूम पड़ते हैं उनका दूसरी भाषा में रूपान्तरण नहीं किया जा सकता। एक नियमों का प्राकृतिक होना सम्भव नहीं है। जो नियम एक निर्देशांक भाषा में दूसरी में रूपान्तरित किए जा सकते हैं उनमें कुछ लक्षण होने हैं।

इहीं की मदद से ऐसे प्राकृतिक नियम ढूँढ़े जा सकते हैं जो आपेक्षितता मिटाते के अनुसार सम्भव हों। इन सम्भाव्य नियमों में से हम एक सरलतम नियम लेते हैं, जो पिण्डों की वास्तविक गति का ठीक ठीक पूर्वानुमान करता है। इस व्यंजन को प्राप्त करने में तन्त्रास्त्र और अनुभव दोनों का समान योगदान है।

परन्तु वास्तविक प्राकृतिक नियमों पर पहुँचने की समस्या को भेजेले टेम्पल विधि से ही हल नहा करना है उसके लिए सतत ध्यान की भी आवश्यकता है। इस सम्बन्ध में कुछ किया गया है, विशेष रूप से एडिंग्टन ने इस सम्बन्ध में कार्य किया है परन्तु अभी बहुत-कुछ करना बाकी है।

अब हम एक सरल उदाहरण लेंगे। फिट्सजेरल्ड आकुचन की मत्त्वपना की भाँति माना कि सम्बाइयाँ एक दिशा में दूसरी की अपेक्षा कुछ छोटी रहती हैं। माना कि उत्तर दिशा की ओर किसी फुटे की सम्बाई पूव दिशा में उसकी सम्बाई की आधी है और माना कि बाकी सभी पिण्डों के बारे में भी यही बात सत्य है। क्या ऐसी परिवर्तना का कोई अर्थ है? यदि आपके पास मत्त्व बसी हो जिसकी सम्बाई पश्चिम दिशा में होन पर 15 फुट हो और आप इसे अब उत्तर दिशा में रखते हैं। पर उसकी सम्बाई अब भी 15 फुट ही रहती है क्योंकि आपका फुटा भी तो आकुचित हो गया है। वह आपका छोटी नहीं महसूस होगी क्योंकि आँख भी समान रूप से प्रभावित होती है। यदि आप परिवर्तन को देखना चाहते हैं तो साधारण माप से यह सम्भव नहीं होगा यह तो किसी माइकल्सन मोर्ली जैसे प्रयोग से ही सम्भव हो सकता है जिसमें सम्बाइयाँ मापन के लिए प्रकाश-वेग का उपयोग होता है। तब आपको यह निष्कर्ष करना होगा कि सम्बाई में परिवर्तन मानना सरल है या प्रकाश वेग में। प्रायोगिक तथ्य तो यही होगा कि आपके फुटे के अनुसार मापी गई दूरियों के लिए प्रकाश को एक दिशा में दूसरी दिशा की अपेक्षा अधिक समय लगता है—या माइकल्सन मोर्ली प्रयोग की भाँति इसमें अधिक समय लगना चाहिए पर लगता नहीं है। इसके लिए आप अपनी माँ के कई ढंग से ले सकते हैं पर आप जो भी विधि अपनाएँ उसमें परम्परा का एक अंग अवश्य रहेगा। मापकों के बारे में निष्कर्ष ले लेने के बाद भी परम्परा का अंग नियमों में रहता ही है और यह प्रायः अतिजनक और दुर्बोध रूप में होगा। परम्परागत अंग को हटाना वास्तव में बड़ा ही कठिन है जितना ही विषय का अध्ययन करें यह उतना ही अधिक जटिल मालूम होगा।

एक दूसरा महत्वपूर्ण उदाहरण है इलेक्ट्रॉन के आकार का अंग। प्रायोगिक रूप से हम जानते हैं कि सभी इलेक्ट्रॉनों का आकार समान होता है। प्रयोगों द्वारा निर्णयित यह तथ्य कितना सत्य है और किस हद तक यह मापने की परम्परा का परिणाम है? हम यहाँ दो प्रकार की तुलनाएँ करनी हैं (1) एक ही

इलेक्ट्रान की विभिन्न समयों पर, (2) एक ही समय पर दो इलेक्ट्रानों की। तब (1) और (2) का मिलाकर हम दो इलेक्ट्रानों की विभिन्न समयों पर तुलना कर सकते हैं। हम ऐसी कल्पनाओं का बहिष्कार करेंगे जिनका अभी इलेक्ट्रानों पर समान प्रभाव पड़ता हो। उदाहरण के लिए यह मानन का कोई लाभ नहीं है कि दिक्-बाल के किमी भाग में वे अभी किसी दूसरे भाग की तुलना में बड़े होंगे। ऐसे परिवर्तन से हमारे मापका पर भी उतना ही प्रभाव पड़ेगा जितना मापी जाने वाला वस्तुओं पर, इसलिए इससे कोई दशनीय प्रभाव मालूम नहीं हो सकता। या हम यह कह सकते हैं कि उससे कोई परिवर्तन होता है नहीं। पर तुलना के लिए दो इलेक्ट्रानों का द्रव्यमान समान होना पूर्णतः परम्परागत नहीं माना जा सकता। यदि काफी सूक्ष्म रूप से और परिशुद्धता से मापा जाए तो हम दो अलग अलग इलेक्ट्रानों के कारण एक तीसरे इलेक्ट्रान पर पड़ने वाले प्रभावों की तुलना कर सकते हैं और यदि समान परिस्थितियों में यह प्रभाव समान हों, तो हम यह अनुमान लगा सकते हैं कि उनकी समानता पूर्णतः परम्परागत नहीं है।

सम्बन्धित प्रक्रम को एडिङटन ने आपक्षितता मिश्रात के बहुत भाग के भाग में 'संसार निर्माण' की संज्ञा दी है। जिस संरचना का निर्माण करना है वह उसी प्रकार का भौतिक संसार है जसा कि हम उसे जानते हैं। एक मितव्ययी आर्किटेक्ट उसे कम से कम पदार्थ से बनाने का प्रयत्न करेगा। यह प्रश्न सार्वभौम और गणितीय है। इन दो विषयों में हमारी जितनी अधिक तकनीकी योग्यता है हम उतना ही वास्तविक निर्माण कर सकेंगे और एकमात्र पत्थर के ढेरों से हम संतोष प्राप्त नहीं पाएंगे। परन्तु प्रकृति में जो निर्माण पत्थर उपलब्ध हैं उन्हें उपयोग में लाना से पहले काट-छांट करके सही आकार में गढ़ना होगा। यह सब निर्माण प्रक्रम का ही एक अंग है। यह सम्भव होना के लिए कच्चे माल की कोई संरचना हानी चाहिए, (इस हम लकड़ी में दानेदार संरचना के सदृश मान सकते हैं) परन्तु किसी भी प्रकार की संरचना से काम चल जाएगा। उत्तरोत्तर गणितीय मशीनों से हम अपनी आरम्भिक आवश्यकताओं को काट छांटकर कम करते जाते हैं जब तक कि वे बहुत छोटी न रह जाएं। यदि कच्चे माल के रूप में यह आवश्यक यूनानम संरचना पात हो तो हम देखेंगे कि हम उससे वह गणितीय व्यंजन बना सकते हैं जिसमें उस संसार को व्यक्त कर सकने के लिए सभी गुण हों, जिसे हम देखते हैं—विशेष रूप से गणना का गुण जो संख्या और ऊर्जा (या द्रव्यमान) का लक्षण है। हमारा कच्चा माल मुख्यतः घटनाएँ ही हैं, परन्तु हम देखते हैं कि हम इसमें जो कुछ बना सकते हैं उस मापने पर ऐसा मालूम पड़ता है कि उसे न बनी उत्पन्न किया जा सकता है और न बनी नष्ट किया जा सकता है तो कोई आश्चर्य न होगा कि हम पिण्डों में विश्वास करने लगे। ये घटनाओं से बनी

गणितीय संरचनाएँ हैं परन्तु उनसे प्राप्त होने के कारण वे व्यावहारिक दृष्टि में महत्वपूर्ण हैं और हमारी इंद्रियाँ जो सम्भवतः जीव-सम्बन्धी आवश्यकता के लिए बनी हैं घटनाओं के सातत्य—जो सद्धातिक दृष्टि से अधिक मूलमूल हैं—के बजाय उन्हें देखने की आदी हैं। इस दृष्टिकोण से यह बड़े आश्चर्य की बात है कि भौतिक विज्ञान से वास्तविक संसार के बारे में कितना कम ज्ञान प्राप्त होता है। हमारा ज्ञान न केवल परम्परागत अर्थ से ही बल्कि हमारे दृश्यपरक तंत्र (Perceptual Apparatus) की वरणात्मकता के कारण भी सीमित है।

विशेष रूप से सममिति अवस्थाएँ पूर्ण रूप से माप की परम्परा से बनाई जा सकती हैं और यह मानना स्वाभाविक हो होगा कि वे वास्तविक संसार के किसी गुण को व्यक्त नहीं करती। एडिंगटन के अनुसार गुरुत्व नियम को स्वयं माप का परम्परा पर आधारित माना जा सकता है। उसका कहना है कि माप की परम्परा से माप गए आकाश में एक समदिक्ता (Isotropy)¹ और समागता आ जाती है और यह आवश्यक नहीं है कि आरम्भ में उस सम्बन्ध संरचना में इसका कोई प्रतिरूप हो जिसके बारे में सर्वेक्षण किया जा रहा है। यह समदिक्ता और समागता आइन्स्टाइन के गुरुत्व नियम में सही-सही व्यक्त होती है।²

हमारे दृश्यपरक तंत्र में वरणात्मकता के कारण जो परिमितता है उसे ऊर्जा अविनिगता द्वारा निर्दिष्ट किया जा सकता है। यह धार धीरे-धीरे प्रयोगों द्वारा खोजा गया और प्रकृति का एक सुस्थापित आनुभविक नियम मालूम पड़ा। अब यह सम्भव मालूम हुआ कि हम अपने मूल दिक् काल सातत्यक में एक ऐसा गणितीय व्यंजक बना सकते हैं जिसमें एक गुण हाँ कि वह अविनाशी मालूम पड़ेगा। तब यह कथन कि ऊर्जा अविनाशी है भौतिकी का साध्य (proposition) नहीं रह जाता उसके बजाय वह भाषा-शास्त्र (Linguistics) और मनोविज्ञान का साध्य रह जाता है। भाषाशास्त्र के साध्य के रूप में ऊर्जा विचाराधीन गणितीय व्यंजक का दूसरा नाम है। मनोविज्ञान का एक साध्य है हमारी इंद्रियाँ ऐसी हैं कि हम यह जान सकते हैं कि विचाराधीन गणितीय व्यंजक क्या है और जैसे-जैसे हम वचनान्वित प्रश्नों द्वारा अपने स्थूल प्रत्यक्ष ज्ञान में सुधार करते जाते हैं हम उसके अनिश्चित समीप पहुँचते जाते हैं। भौतिकीविद जितना समझते थे कि वे ऊर्जा के बारे में जानते थे यह उससे बहुत कम है।

1 मनश्चिन्ता का अर्थ है सब दिशाओं में एक समान—अर्थात् एक पुँजे का समान वृत्त दिशा में आने वाली ही होती चित्त की पूर दिशा में।

2 Mathematical Theory of Relativity पृष्ठ 238।

परम्परा और प्राकृतिक नियम

पाठक पूछ सकता है तो फिर भौतिकी में क्या दबा है ? द्रव्यात्मक
 मसार के बार में हम वास्तव में क्या जानते हैं ? यहाँ हम भौतिकी के तीन
 विभागों में भेद कर सकते हैं। सबसे पहला विभाग आपेक्षिकता सिद्धान्त में
 सम्मिलित है जिसका अधिक-से अधिक सम्भव सामाजिकरण किया गया है।
 दूसरा नियम है जो आपेक्षिकता के अंतर्गत नहीं आ सकते। तीसरा वह है,
 जिसमें हम भूगोल कह सकते हैं। अब हम इन पर चारों ओर से विचार करेंगे।
 आपेक्षिकता सिद्धान्त हम परम्परा के अतिरिक्त यह बताता है कि विश्व
 में घटनाओं की चार विभाएँ होती हैं और इस क्रम में जो घटनाएँ पान पास
 हो उनका बीच एक सम्बन्ध होता है जिसे अनुराल कहते हैं और यदि उपयुक्त
 मापनानिया बरती जाएँ तो उसका मापना भी सम्भव है। इसमें हम यह भी
 जानते चलते हैं कि 'नियम गति' नियमों का आधार और निरूपण बाल का
 कोई भौतिक मूल्य नहीं है। यह स्वयं एक भौतिक नियम नहीं है बल्कि यह एक ऐसा
 सामाजिक नियम है जिससे हम कुछ प्रस्तावित भौतिक नियमों का अनुलोप
 जनक कहकर उनका बहिष्कार कर सकते हैं।
 आपेक्षिकता सिद्धान्त में इसका प्रतिनिधित्व और कुछ ऐसा नहीं है जिस
 भौतिक नियम माना जा सके। बहुत-सा गणित ऐसा है जिससे यह प्रदर्शित होता
 है कि कुछ गणित निर्मित राशियाँ ठीक वसी ही होती चाहियें जमी कि हम
 बीज्या को प्रयोग रूप में दाखत हैं और एक मत यह है कि सिद्धान्त रूप में
 भौतिकी और मनोविज्ञान में एक भेद यह है कि य गणित निर्मित राशियाँ
 वही हैं जिन्हें हमारी दृष्टियाँ देखन की जाती हैं। परन्तु यथाय दृष्टि में उनमें
 से एक भी भौतिकी के अंतर्गत नहीं आती है।
 भौतिकी का यह भाग जो अना भौतिकी के अंतर्गत नहीं लाया जा
 सकता काफी बड़ा और महत्वपूर्ण है। भौतिकी में ऐसा कुछ नहीं है जिससे
 यह गमना जा सके कि इलेक्ट्रॉन और प्रोटॉन क्यों होने चाहियें आपेक्षिकता
 में यह भी नहीं समझाया जा सकता कि पदार्थ छोट-छोट सख्खों के रूप में
 क्या होता है। इससे लिए क्वांटम सिद्धान्त है जो पदार्थ के सूक्ष्म स्वरूप के
 गुणों की व्याख्या कर सकता है। क्वांटम सिद्धान्त में आपेक्षिकता का विविष्ट
 सिद्धान्त के अनुसार जो उना किया गया है परन्तु क्वांटम सिद्धान्त और आपेक्षिकता
 आपेक्षिकता के अन्वेषण की दिशा में किय गए प्रयत्न असफल रहे हैं।
 भौतिकी के इस भाग को 'गैर आपेक्षिकता' के अंतर्गत जान में बड़ी
 भीषण कठिनाइयाँ निवारित पड़नी हैं। अभी तो स्वयं क्वांटम सिद्धान्त में उननी
 ही जोषण कठिनाइयाँ हैं और कई भौतिकीविदों का विचार है कि सम्भवत
 क्वांटम सिद्धान्त और आपेक्षिकता के मेलनेपण से इनमें म कई
 कठिनाइयाँ दूर हो जाएँगी। जना कि हम दम चुके हैं इस समय स्थिति यह

है कि आपेक्षिकता सिद्धांत से, विंगल रूप में पता चल गया कि काफी गतापानक रूप में समझा जा सकता है जबकि क्वांटम सिद्धांत में गून्म रूप में पदाधक गुणों का काफी गन्तोपजनक रूप में समझा है। फिर भी मित्राय इगने कि आपेक्षिकता के विगिष्ट सिद्धांत में दोनों का आधार समान ही है, इन दोनों सिद्धांतों में प्रत्यक्ष रूप से कोई सम्बन्ध नहीं है। यह परिस्थिति सन्तोपजनक नहीं है और इससे स्वाधीन होने की सम्भावना नहीं है। कुछ लोगो का विचार है कि "यापक आपेक्षिकता का एम डग में विस्तार किया जा सकता है कि उससे क्वांटम सिद्धांत के सभी परिणामों का व्याख्या की जा सके यत्कि इस समय जितना अच्छी तरह क्वांटम सिद्धांत से व्याख्या होती है उससे भी अधिक गन्तोपजनक डग से। अपने जीवन के प्रतिम निम्न आइस्टाइन ऐसा सोचने वाला म स था। आजकल अधिकांश भौतिकानिद् समझते हैं कि यह दृष्टिकोण गलत है।

व्यापक आपेक्षिकता उसका एक चरम उदाहरण है जिस अगली-स अगली विधि कहा जा सकता है। अब गुरुत्व का प्रभाव पर मूल के प्रभाव के कारण मानने की आवश्यकता नहीं है। इस उस क्षेत्र का सक्षण माना जा सकता है जिसमें किसी समय यह स्थित है। यह माना जाता है कि जहाँ-जहाँ हम निम्न काल के एक भाग से दूसरे भाग में जाते हैं व सक्षण थोड़ा थोड़ा करके क्रमिक रूप से और लगातार बदलते हैं न कि अचानक और भटकों के साथ। विद्युत् चुम्बकत्व के प्रभाव को भी इसी प्रकार का माना जा सकता है परन्तु जहाँ ही विद्युत् चुम्बकत्व को क्वांटम सिद्धांत के अनुकूल बनाया जाता है उसका स्वरूप बिल्कुल ही बदल जाता है। उसका सतत होने का लक्षण पूर्णतः खत्म हो जाता है और उसका आधार अस्तित्व हो जाता है। यह क्वांटम सिद्धान्त का एक लक्षण है जसा कि हम पहले ही देख चुके हैं। परन्तु यहाँ हम क्वांटम सिद्धांत की व धारणाएँ गुरुत्व पर लागू करना चाहता हूँ हम देखते हैं कि वे उससे लिए उपयुक्त नहीं बैठती और किसी एक या दोनो ही सिद्धांतों में काफी परिवर्तन की आवश्यकता होती है। जिस परिवर्तन की आवश्यकता है यह हम अभी तक नहीं जानते।

हम कठिनाई को एक भिन्न डग में समझाया जा सकता है। जब कोई ज्योतिषविद् सूर्य का प्रेक्षण करता है तो सूर्य उससे पूर्णतः नवाव की भाँति व सखर रहता है। परन्तु जब कोई भौतिकीविद् यह जानने का प्रयत्न करता है कि परमाणु में क्या हो रहा है तो वह जिस उपकरण का प्रयोग करता है वह प्रति वस्तु से बहुत छोटा होने के बजाय बहुत बड़ा होता है और इसलिए उसका प्रेक्षित वस्तु पर कुछ प्रभाव पड़ सकता है। यह देखा गया कि जिस प्रकार का उपकरण किसी परमाणु की स्थिति मापने के लिए सबसे अच्छा है वह उसके वेग पर अव्यय प्रभाव डालेगा और वह उपकरण, जो

परम्परा और प्राकृतिक नियम

परमाणु का वेग मापलूम करने के लिए सबसे उपयुक्त है, वह उसकी स्थिति पर प्रभाव डालता है। इससे क्वाटम सिद्धांत को आपेक्षिकता के विशिष्ट सिद्धांत के अनुकूल बनाने में बाईं दिक्-काल की चपटा मान लिया जाता है की अपेक्षा कर दी जाती है और दिक्-काल को चपटा मान लिया जाता है चाहे उसमें परमाणु हो या न हो। परंतु यदि हम क्वाटम सिद्धांत की आपेक्षिकता के व्यापक सिद्धांत के अनुकूल बनाना चाहें तो गुरुत्व की उपशा ही की जाती, और तब दिक्-काल की वक्रता परमाणुओं के जहाँ तहाँ होने पर नजर रहती है। परंतु जैसा कि हमने अभी देखा है, क्वाटम सिद्धांत से यह स्पष्ट हो जाता है कि हम परमाणुओं की अवस्थिति सदैव ही सही नहीं मंती नहीं घटा सकते। यही बंठनाई की जड़ है।

अन्य में हम भूगोल पर आते हैं जिसमें इतिहास भी शामिल करता है। भूगोल का इतिहास से पृथक्करण आकाश से काल के पृथक्करण पर निर्भर करता है जब हम उनका दिक् काल के रूप में सम्मिश्रण कर देते हैं तो हम भूगोल और इतिहास का मेलन को भी एक ही शब्द से व्यक्त करना चाहते हैं। आसानी के लिए, मैं इस व्यापक अर्थ में यहाँ एक ही शब्द, भूगोल, का प्रयोग करूँगा।

भूगोल में इस दृष्टि से बस सभी बातें आ जाती हैं जो स्थूल रूप से कहें तो दिक्-काल के विभिन्न भागों में भेद करती हैं। एक भाग में सूर्य है, एक में पृथ्वी है, इन दोनों के बीच के भाग में प्रकाश-तरंगें हैं, कोई पदार्थ नहीं है (वहाँ इधर उधर छोटे पदार्थ की छोज़ें)। विभिन्न भौतिक तथ्यों में कुछ हद तक सद्धातिक सम्बन्ध होता है इस सिद्ध करना ही भौतिक नियमों का उद्देश्य है।

हम अब इस स्थिति में हैं कि हम सौरमण्डल के सम्बन्ध में भविष्य के और पीछे के बड़े-बड़े तथ्यों की सगणना सभी समयवर्धियों तक के लिए कर सकते हैं। परंतु ऐसी सभी सगणनाओं में हम आधार के रूप में स्थूल तथ्यों की आवश्यकता होती है। तथ्य परम्परा सम्बन्धित होते हैं परंतु तथ्य केवल सामान्य नियमों से नहीं मापलूम किया जा सकता है। हम प्रकार भूगोल के तथ्यों का आधार पर ही मापलूम किया जा सकता है। चाहे कितने भी भौतिक भौतिकी में अपना एक अलग स्वतंत्र अस्तित्व है। चाहे कितने भी भौतिक नियम क्या न प्रयुक्त किए जाएँ किसी भौतिक तथ्य के बारे में केवल तभी कुछ अनुमान हो सकता है जब बाँवड़ों के रूप में तथ्य मौजूद हों। यही जब मैं तथ्यों के बारे में कहता हूँ तो मेरा अभिप्राय भूगोल के विविध तथ्यों से है और उन्नी व्यापक अर्थ में जिसमें कि मैं इस शब्द को प्रयुक्त करता रहा हूँ।

आपेक्षिकता सिद्धांत में हमारा सम्बन्ध सरलता से है, न कि उस पदार्थ

मं जिगम सरचना निमित्त है। हमारे विपरीत भूगोल म पत्थर का महत्व है। यदि एक स्थान धीरे दूसरे स्थान म कोई अंतर है तो या तो एक स्थान के पदार्थ धीरे दूसरे स्थान के पत्थर म कुछ अंतर होना चाहिए या स्थान एक है कि किसी म पत्थर है और किसी म नहीं है। इसमें पटना अंतर अति उपयुक्त मालूम पड़ता है। 'गायद हम यह क्या चाह कि इलेक्ट्रॉन प्रत्यान और अन्य उप परमाणविक कणों के अतिरिक्त बाकी स्थान खाली होना है। परन्तु खाली स्थान म प्रकाश-तरंगों होनी हैं इसलिए हम यह नहीं कह सकते कि उगम कुछ भी नहीं है। क्वांटम सिद्धान्त के अनुसार हम यह भी निश्चित रूप म नहीं बता सकते कि कौन-सी चीज वहाँ पर है बस एतना ही कह सकते हैं कि एक इलेक्ट्रॉन के किसी एक स्थान म होने की सम्भावना दूसरे स्थानों की तुलना म अधिक है। कुछ लोगों का मत है कि प्रकाश-तरंगों और कण दोनों ही ईश्वर म विक्षोभ मांग हैं दूसरे साग बस एतना ही कहते हैं कि वे केवल विक्षोभ हैं परन्तु जो भी हो जहाँ कहीं भी प्रकाश-तरंगों या कण होने की सम्भावना है वहाँ घटनाएँ हो रही हैं। जहाँ कहीं भी ऊर्जा व किसी-न किसी रूप म होने की सम्भावना है उन स्थानों के बारे में हम एतना ही कह सकते हैं क्योंकि यह मालूम हुआ कि स्वयं ऊर्जा भी घटनाओं से निमित्त गणितीय सरचना है। इस प्रकार हम कह सकते हैं कि दिक्-काल म सब जगह घटनाएँ हैं परन्तु उनका रूप इस बात पर निर्भर करेगा कि हम जिस क्षेत्र पर विचार कर रहे हैं बड़ा इलाका या प्रोटॉन व होने की क्षितिज सम्भावना है या वह क्षेत्र ऐसा है जिसे साधारणतः खाली कहा जाता है। परन्तु जहाँ तक घटनाओं की निजी प्रकृति का सम्बन्ध है हम उनके बारे में सिवाय इसके और कुछ नहीं जानते कि वे हमारे जीवन म घटनाओं का रूप म क्या आती हैं। हमारा अपना अनुभव और प्रत्यक्ष ज्ञान भी घटनाओं के उस अपरिष्कृत द्रव्य का एक भ्रम ही होना चाहिए जिस भौतिकी आकृति के रूप म व्यवस्थित करती है—या जिसे भौतिकी आकृतियों के रूप म व्यवस्थित पाती है। जहाँ तक उन घटनाओं का सम्बन्ध है जो हमारे जीवन का भ्रम नहीं है भौतिकी हम उनकी आकृति तो बताती है परन्तु भौतिकी से यह पता नहीं चलता कि उनका अपना स्वरूप क्या है और न ही इसकी कोई सम्भावना दिखाई पड़ती है कि यह किसी विधि से मालूम किया जा सकता।

‘बल’ का वहिष्कार

‘यूटनाय पदनि म, जिन पिण्डा पर कोई बल बाध न कर रह है व मांरी रेखाओं में एकसमान बल से चलत ह, जब पिण्ड इस ढग से गति नहीं करत तो उनकी गति में परिवर्तन का कारण बल ही होता है। कुछ बल हमारा कल्पना शक्ति के लिए बाह्य मालूम पड़ते हैं उदाहरण के लिए किमा रश्मी या धागे द्वारा डाला गया बल टपकर हान पर पिण्डों का बल, या किसी प्रकार का खिचाव या धक्के का बल। जसा कि हम पहले के एक अध्याय में बता चुके हैं, इन प्रक्रमों के बारे में हमारा प्रत्यक्ष कल्पनाशील ज्ञान बिल्कुल अम-जनन है। वास्तव में इसका मतलब तो केवल इतना ही है कि पूर्व अनुभव की मदद से हम पहले से ही लगभग यह बता सकते हैं कि क्या होना वाला है और इसमें गणितीय संगणनाओं की आवश्यकता भी नहीं होगी। परंतु गुरुत्व में तथा अल्प परिचित विद्युतीय क्रियाओं में प्रयुक्त बल हमारी कल्पना को उस ढग से स्नाभाविक नहीं लगते। यह बड़ा अजीब-सा लगता है कि पृथ्वी रिवत स्थान में तरती है स्वाभाविकता यही लगता है कि उस गिर जाना चाहिए था। इसीलिए पुराने लोगों का यह मत था कि पृथ्वी किसी त्रायी पर टिकी होगी और त्रायी किसी बड़े पर टहरा हुआ होगा। ‘यूटन’ के सिद्धांत ने, दूर से क्रिया के अतिरिक्त दो अथ कल्पनाशील नवीनताएं प्रस्तुत की। पहली यह थी कि गुरुत्वाकर्षण सदैव ही और नित्य ही नीचे की दिशा में नहीं होता भ्रमालु सदैव पृथ्वी के केन्द्र की दिशा में नहीं जाता। दूसरी यह थी कि एकसमान बल से एक वस्तु में लगातार परिवर्तन करता हुआ पिण्ड उस अथ में एकसमान गति नहीं करत जिस अथ में इस वाक्यांश का प्रयोग उन पिण्डों के लिए जाता है जो बिना किसी बल के प्रभाव के गति कर रहे हैं। उसका कहना था कि पिण्ड का आसक्त रूप से सरलरेखीय भाग में बल के केन्द्र की दिशा की ओर हटाया जाता है जिसके लिए पिण्ड का उन दिशा की ओर खिंचने वाला कोई बल होना चाहिए। इस प्रकार ‘यूटन’ इस निष्कर्ष पर पहुँचा कि यह सूर्य की ओर एक बल द्वारा आवर्तित हो रहे हैं जिस गुरुत्वाकर्षण कहते हैं।

जगा कि हम दग खुके हैं हम विचार व स्थान पर आपेक्षितता स्थापित हो गई। पुराना ज्यामितीय ध्येय व ध्रुव भीमा रखा न जा रहा। ध्रुव या ता सरलतम रखा या त्रिघोडमिथ है परन्तु उनम वात ध्रुव आकाश दाना हो सम्बद्ध है। यदि कोई प्रकाश बिन्दु मीरतम म सं हानर गुटर रही हो तो ज्यामितीय दृष्टिकोण स उसकी कथा वह नहा होगी जा भूमरतु की हानी है, परन्तु दोनो हो जिघोडेसिक म चसत हैं। नम सारा कल्पनामक चित्र हो बदल गया है। एक कवि कहगा कि पानी पहाडिया स नीच इसलिए धाता है कि समुद्र उमे अपनी ओर आकर्षित करता है, परन्तु एक भौतिकीविद या साधारण व्यक्ति तो यही कहगा कि पानी प्रत्यक्ष स्थान पर इसलिए गति करता है कि उस स्थान पर भूमि की प्रकृति ही ऐसी है और इस बात का कोई प्रभाव नहीं होना कि आग क्या है। जिस प्रकार आग समुद्र होन व कारण पानी उम ओर बहने के लिए प्रवृत्त नहीं होता उसी प्रकार सूप के कारण भी यह उसके चारों ओर घूमने के लिए प्रवृत्त नहीं होत। यह सूप व चारों ओर इसलिए घूमते हैं कि वही माग उनक लिए सबसे सुगम है—व्यापक भाषा म निम्नतम क्रिया का माग है। जहाँ वे घूम रहे हैं उम क्षेत्र की प्रकृति क कारण ही वह माग सबसे सुगम है न कि सूप से उद्भूत हान वाते किसी वल व कारण।

गुरुत्व को एक एम वल के रूप म मानन का आवश्यकता—तो प्रहा की सूप की ओर आकर्षित करता है—इस उद्देश्य से पड़ी कि यूक्लिडीय ज्यामिती को हर हानत म बनाए रखना था। यदि हम मान लें कि हमारा आकाश यूक्लिडीय है जबकि वास्तव म ऐसा नहीं है तो हम भौतिकी म अपनी ज्यामिती की असुविधा को दूर करने की आवश्यकता पड़ेगी। हम दगेंगे कि विण्ड उस पथ मे नहीं चलते जिसे हम सरलरेखीय मानने पर जार देन हैं और हम उनके इस आवरण की व्याख्या की आवश्यकता होगी। एन्गटन ने इसी बात को काफी स्पष्टता के साथ प्रस्तुत किया है। उमने एन एमे भौतिकीविद की कल्पना की है जिसन अंतराल के लिए एन ऐसा सूत्र मान लिया है जा आपक्षिकता के विनिष्ट सिद्धांत म प्रयुक्त होता है—व एक ऐसा सूत्र है जिसम प्रेक्षक का आकाश यूक्लिडीय हो माना गया है। यह आग सिद्धता है

चूँकि अंतरालता की प्रायोगिक विधिया स तुलना की सकती है इसलिए उम जल्दी ही यह मालूम हो जाएगा कि अंतराल व लिए उसका सूत्र प्रेक्षक परिणामा व अनुकूल नहीं हो सकता और उस अपनी भूत मानूँ हो जाएगी। परन्तु महत्त्व का प्रस्तुता स सहज ही छुटकारा नहीं मिल सकता। अधिक सम्भावना यही है कि हमारा प्रेक्षक अपनी धारणा बनाए रखेगा और प्रशंसा म उत्पन्न विमर्श का किसी एने प्रभाव के कारण मानेगा जो मौजूद है और

उसके परीक्षाधीन पिण्डों के आचरण पर प्रभाव डालता है। या हम कह सकते हैं कि वह किसी अलौकिक सत्ता का अस्तित्व मानेगा जिसे वह अपनी श्रुतियों के लिए उत्तरदायी ठहराएगा। सीधी रेखा में एक समान गति में विपथन उत्पन्न करने वाली सत्ता को बल नाम दिया गया है, जो यूटन की परिभाषा वाला बल है। हमारे प्रेक्षक की श्रुति से जिस सत्ता का सहारा लिया गया है उसे बल क्षेत्र कहा जाता है।

बल क्षेत्र किसी निर्देशांक तंत्र की प्राकृतिक ज्यामिती, और उसके लिए स्वेच्छा से मानी गई अमूर्त ज्यामिती के बीच विसंगति को व्यक्त करता है।¹

यदि लोग नये तरीके में, जिसमें बल की धारणा नहीं हो, इस मसार की कल्पना करना सीखें तो इससे न केवल उनकी भौतिक कल्पना शक्ति में ही परिवर्तन आएगा बल्कि सम्भवतः उनकी नैतिकता और राजनीति में भी परिवर्तन आजाएगा। दूसरा वाला प्रभाव तबहीन होगा, फिर भी सम्भव तो है ही। सौरतंत्र सम्बन्धी यूटन के सिद्धांत में सूर्य एक सफ़ाट की भांति है जिसके आदेश ग्रहों को मानने पड़ते हैं। आइन्स्टाइन जगत में व्यक्तिवाद अधिक है और यूटन की भांति गामन कम है। इसके अतिरिक्त उसमें रेल-पल भी कम है। हम देख ही चुके हैं कि आलस्य आइन्स्टाइन-जगत का मूल नियम है। समाचार पत्रों की भाषा में गतिशील का अर्थ होता है ‘स्फूर्तिवान और प्रबल, परन्तु यदि इसका अभिप्राय गतिविज्ञान के सिद्धांतों का निदर्शन हो तो इसे ऊष्ण जलवायु वाले लोगों पर लागू करना होगा जो कैसे के क्षण के नीचे बैठे इस बात की प्रतीक्षा करते हैं कि पल जब उनके मुँह में आकर गिरेगा। मुझे आशा है कि भविष्य में पत्रकार जब कभी सक्रिय व्यक्तित्व शब्द का प्रयोग करेंगे तो उनका अभिप्राय ऐसे व्यक्ति से होगा जो किसी भी कार्य को उस समय सबसे कम कठिनाई वाली विधि से करेगा चाहे उसके भावी परिणाम कुछ भी क्यों न हो। यदि मैं भी इस परिणाम से महमत होता तो मैंने बकार में यह सब क्या लिखा होता।

हम क्या करना चाहिए इस सम्बन्ध में प्राकृतिक नियमों से दलीलें लेने की प्रथा-सी बन गई है। उसी दलीलें मुझे भूल मालूम पड़ती हैं प्रकृति की नकल करना तो एक दागवृत्ति ही होगी। परन्तु आइन्स्टाइन ने प्रकृति का जो चित्रण किया है यदि वही हमारा आदर्श हो तो ऐसा मालूम पड़ेगा कि भराजकतावादी ही सबसे अधिक सत्य हैं। भौतिक विश्व व्यवस्थित है पर इसलिए नहीं कि उसमें कोई वैश्वीय गामन है बल्कि इसलिए है कि हर कोई अपने-अपने कार्य में मलग्न है। पदार्थ के कोई दो कण कभी भी एक-दूसरे के सम्पर्क में नहीं आते। जब वे एक-दूसरे के बहुत पास आ जाते हैं तब वे परस्पर दूर हट जाते

1 Mathematical Theory of Relativity, पृष्ठ 37-38।

हैं। यदि कोई व्यक्ति किसी दूसरे व्यक्ति का घना दार गिराने के अपराध में पकड़ा जाए और सफाई में नहाने का उम्र अभी छुपा ही नहीं, तो यह कथन धार्मिक दृष्टि से सहा होगा। वास्तव में यह दृष्टि कि दूसरे व्यक्ति की भाव के पास बातें दिक बात क्षेत्र में एक पहाड़ी की ओर वह उस पहाड़ी से नीचे गिर पड़ा था।

ऐसा मालूम पड़ता है कि 'वत' के बहिष्कार का सम्बन्ध भौतिक सफलप्राप्ति में स्पष्ट के स्थान पर दृष्टि रखने से है जसा कि पहले अध्याय में बताया गया था। 'य' किसी दण्ड में प्रतिबिम्ब गति करता है तो हम जानते हैं कि किसी न उस ध्वेला नहीं है। यदि किसी स्थान में दा घट दण्ड एक-दूसरे के सामने है। तो आपकी एक ही वस्तु के अनन्त प्रतिबिम्ब दिखाई देंगे। माना कि ऊँचा टोप पहन एक व्यक्ति उन दण्डों के बीच में खड़ा है प्रतिबिम्बों में बीच या तीस ऊँचे टोप दिखाई देंगे। यदि अब कोई दूसरा आत्मी आप और छोटी है उस व्यक्ति का ऊँचा टोप गिरा देता है तो उसी समय के बीच या तीस टोप भी नीचे गिर जाएँगे। हम जानते हैं कि असली ऊँचे टोप को गिराने के लिए किसी बल की आवश्यकता होती है परन्तु हम समझते हैं कि बाकी बीच या तीस टोप अपने आप ही गिर पड़ते हैं अथवा नक्स की सातसा से गिर पड़ते हैं। अब हम इस पर कुछ गंभीरतापूर्वक विचार करेंगे।

प्रत्यक्ष है कि 'य' दण्ड में प्रतिबिम्ब गति करता है तो कुछ-न-कुछ घटना होती है। जहाँ तक दृष्टि का सम्बन्ध है घटना उसी तरह वास्तविक मालूम पड़ती है जैसे दण्ड के न हान पर मालूम पड़ती। परन्तु स्पष्ट या ध्वनि की दृष्टि में कुछ भी नहीं हुआ है। जब असली ऊँचा टोप गिरता है तो कुछ गोर होता है परन्तु बाकी बीच या तीस प्रतिबिम्ब बिना किसी शोर के गिर जाते हैं। यदि वह आपकी पर के अग्रे पर गिरता है तो आप उसका अनुभव करते हैं, पर आप जानते हैं कि दण्ड में बीच या तीस 'य' कि कुछ भी अनुभव नहीं करते हालाँकि टोप उनके अग्रे पर भी गिरते हैं। परन्तु यह सब ज्योतिष-संसार में भी घटना ही सत्य है। इसमें कोई शोर उत्पन्न नहीं होता क्योंकि ध्वनि निर्वात में नहीं चल सकती। जहाँ तक हम जानते हैं उससे कोई अनुभूति नहीं होती क्योंकि उस स्थान पर उसे अनुभव करने वाला कोई नहीं है। इस प्रकार ज्योतिष संसार दण्ड के समार से अधिक वास्तविक या ठोस मालूम नहीं पड़ता और उसकी गति के लिए भी उसी तरह किसी बल की आवश्यकता नहीं पड़ती।

पाठक सोचेंगे कि मैं निरर्थक कुतूहल में पड़ गया हूँ। वह साचेगा कि आतिरकार दण्ड का प्रतिबिम्ब किसी ठोस वस्तु की ही छाया है और दण्ड में ऊँचा टोप इसलिए गिरता है कि असली टोप पर बल का प्रयोग किया गया है। दण्ड के टोप का अपना कोई अलग आचरण नहीं है वह तो केवल

असली टोप की नकल ही कर सकता है। इससे स्पष्ट होता है कि एक प्रतिविम्ब सूर्य और ग्रहा से कितना भिन्न होता है, क्योंकि उन्हें शाश्वत रूप में किसी मूल वस्तु की नकल नहीं करनी पड़ती है। इसलिए अब प्रच्छा होगा, यदि आप यह कहना छोड़ दें कि एक प्रतिविम्ब उतना ही वास्तविक है जितना कि कोई प्राकाशीय पिण्ड।

फिर भी इसमें कुछ तथ्य अवश्य है। देखने की बात यह है कि वास्तव में सत्य क्या है। सबसे पहली बात यह है कि प्रतिविम्ब ‘वास्तविक’ नहीं होते। जब आप किसी प्रतिविम्ब को देखते हैं तो पूर्णतः वास्तविक प्रकाश-तरंगों आपकी आँखों तक पहुँचती हैं और यदि आप दण के ऊपर एक कपड़ा डाल दें तो वे प्रकाश-तरंगों को भी रोक देंगे। एक प्रतिविम्ब और एक ‘वास्तविक’ चीज़ में कुछ प्राकाशीय भेद होता है। प्राकाशीय भेद नकल की समस्या के साथ सम्बद्ध है। जब आप दण पर एक कपड़ा डाल देते हैं तो उससे ‘वास्तविक’ वस्तु पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता परन्तु यदि आप वास्तविक वस्तु का दूर हटा दें तो प्रतिविम्ब भी लुप्त हो जाता है। इसलिए हम कहते हैं कि जिन प्रकाश किरणों से प्रतिविम्ब बनता है वे केवल दण की सतह से ही परावर्तित होती हैं वास्तव में दण के पीछे के किसी स्थान से नहीं आती बल्कि ‘वास्तविक’ वस्तु से आती है। यह एक महत्वपूर्ण सामान्य सिद्धांत का उदाहरण है। ससार की अधिकांश घटनाएँ एकाकी घटनाएँ नहीं हैं बल्कि लगभग एक जैसी घटनाओं के समूहों में हैं। ये समूह ऐसे हैं कि उनमें से प्रत्येक का सम्बन्ध किसी निर्धारित दण से दिग्-ज्ञान के एक छोटे भाग से है। यह बात प्रकाश किरणों के साथ भी है जिससे हम वस्तु और दण में उसका प्रतिविम्ब दोनों को ही देख सकते हैं। वे सभी किरणें वस्तु से ही निकलकर आती हैं। यदि आप वस्तु का घेरता हुआ एक अपारदर्शी ग्लोब रखें तो वस्तु से एक निश्चित दूरी पर हो, तो ग्लोब के बाहर के किसी भी स्थान से वस्तु और उसका प्रतिविम्ब दोनों अवश्य होंगे। हम देते हैं कि हालाँकि गुरुत्वाकर्षण को अब दूर से लिया नहीं माना जाता, पर अब भी वह एक क्षेत्र से सम्बंधित है। एक प्रकार से हम कह सकते हैं कि उसके गिरने के कारण और सममित रूप में व्यवस्थित एक पहाड़ी है और गिरने के स्थान है जहाँ हम उस पिण्ड को स्थित मानते हैं जो विचाराधीन गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र से सम्बंधित है। मरलता के लिए यह सब घटनाओं का एकत्रित कर देना है जो उपरान्त भय में एक ही समूह की हैं। जब दो व्यक्ति एक ही वस्तु का दण हैं तो दो भिन्न घटनाएँ होती हैं परन्तु वे एक समूह की घटनाएँ हैं और एक ही क्षेत्र से सम्बंधित हैं। जब दो व्यक्ति एक ही दण को (हमारे अनुसार) सुनते हैं तो वे भी ऐसा ही होता है। इस प्रकार एक दण में बना प्रतिविम्ब प्राकाशीय दृष्टिकोण से प्रतिविम्बित वस्तु से कम वास्तविक है क्योंकि प्रतिविम्ब

जहाँ स्थित मानूम पड़ता है वहाँ से प्रकाश किरणें सब शिवाग्राम नही फलती बल्कि केवल दण्ड के सामने जाती शिवाग्राम ही जाती है और कबन उसी समय तक जब तक कि प्रतिबिम्बित वस्तु अपनी स्थिति पर बना रहती है। यह एक ही केन्द्र से सम्बंधित घटनाओं के समूह का लाभ देना है जिस पर हम विचार कर रहे थे।

जब हम वस्तुओं के एक समूह में हवा बाल परिवर्तन की जाँच करते हैं तो हम देखते हैं कि वे दो प्रकार के हैं एक के परिवर्तन हैं जो समूह के कुछ सदस्यों पर ही प्रभाव डालते हैं और कुछ ऐसे हैं जो समूह के सभी सदस्यों में उपयुक्त प्रभाव उत्पन्न करते हैं। यदि आप दण्ड के सामने एक मोमबत्ती रखें और फिर दण्ड पर एक कपड़ा लटका दें तो उससे आप केवल विभिन्न स्थानों से दिखाई देने वाले प्रतिबिम्बों पर ही प्रभाव डालेंगे। यदि आप अपनी आँखें बंद कर लें तो जसा आपकी दिखाई देता था उसमें परिवर्तन कर सकते हैं परन्तु अगले वह ज्यो-वा-रया दिखाई देगा। परन्तु यदि आप मोमबत्ती के चारों ओर एक फुट की दूरी पर घेरने वाला एक गोला रख दें तो आप एक फुट से आगे सभी स्थानों पर दिखाई देने वाले उनके रूप में परिवर्तन कर देंगे, परन्तु एक फुट से कम दूरी वाले स्थानों पर नहीं। इन सभी परिस्थितियों में आप यह मानते हैं कि स्वयं मोमबत्ती में कोई परिवर्तन नहीं आया है। इन सभी उदाहरणों में आप देखते हैं कि परिवर्तन के ऐसे समूह होते हैं जो एक भिन्न केन्द्र से या कई भिन्न केन्द्रों से सम्बद्ध हैं। उदाहरण के लिए, जब आप अपनी आँखें बंद कर लेते हैं तब मोमबत्ती तो नहीं परन्तु आपकी आँखें ही अगले प्रेक्षकों को बदली हुई लगती है जो परिवर्तन होते हैं उनका केन्द्र आपकी आँखों में ही है। परन्तु यदि आप पूरे मारकर मोमबत्ती को ही धुँसा दें तो वह सभी जगह बदली हुई दिखाई देगी। तब आप कहेंगे कि मोमबत्ती में परिवर्तन हुआ है। जो परिवर्तन स्वयं वस्तु में होते हैं वे उन सभी घटनाओं के समूहों पर प्रभाव डालते हैं जिनका केन्द्र वस्तु में ही है। यह उसकी सामान्य व्याख्या है और यह समझने का प्रयत्न है कि जब किसी मोमबत्ती के दण्ड में बने प्रतिबिम्ब को मोमबत्ती से कम वास्तविक कहा जाता है तो इसका क्या अभिप्राय है। जहाँ प्रतिबिम्ब स्थित मालूम पड़ता है उस स्थान के आस पास उससे सम्बंधित घटनाओं का कोई समूह नहीं है और प्रतिबिम्ब में होने वाले परिवर्तनों का केन्द्र मोमबत्ती में है, न कि दण्ड के अंदर किसी बिंदु में। इससे इस कथन का पूर्णतया सत्यापनीय अर्थ मिलता है कि प्रतिबिम्ब एक छाया मात्र है। इसके साथ-साथ इससे हम आकाशीय पिण्डों के दण्ड के प्रतिबिम्ब से अधिक वास्तविक मानने में सहायता मिलती है हालाँकि हम उन्हें केवल देख ही सकते हैं छू नहीं सकते।

अब हम एक पिण्ड के दूसरे पिण्ड के ऊपर प्रभाव की धारणा का

सामान्य अर्थ में अर्थापन करना आरम्भ कर सकते हैं। यदि हम बल के बहिष्कार के अर्थ को वास्तव में समझना चाहें तो यह आवश्यक है। माना कि आप एक अंधेर कमरे में जाते हैं और बत्ती जला देते हैं। कमरे में प्रत्येक वस्तु का रूप बदल जाता है। चूंकि कमरे की हर वस्तु केवल इसीलिए दिखाई पड़ती है कि वह विद्युत् प्रकाश को परावर्तित करती है इसलिए यह दृश्य के प्रतिनिधित्व के सदृश है। विद्युत् प्रकाश वह केन्द्र है जिसमें सार परिवर्तन आरम्भ होते हैं। इस स्थिति में ‘प्रभाव’ को उसी प्रकार समझ सकते हैं जैसा कि हम पहले ही बता चुके हैं। यदि प्रभाव गतिमय हो तो वह स्थिति अधिक महत्वपूर्ण होगी। माना कि किसी भीड़ में आप एक चीते का खूला छोड़ देते हैं। सब लोग भागने लगेंगे और चीता उन सबकी गतिमा का केन्द्र होगा। एक व्यक्ति जो चीते को तो नहीं देख सकता परन्तु लोगों को देख रहा है, यह अनुमान लगाएगा कि उस स्थान पर कोई प्रतिक्रिया वस्तु है। यहाँ हम कहते हैं कि चीते के कारण लोग पर प्रभाव पड़ रहा है और उन पर चीते की क्रिया प्रतिक्रिया बन कर विस्मयी है। परन्तु हम जानते हैं कि वे इसलिए भाग रहे हैं कि उनके साथ कुछ घटना घटी है केवल इसलिए नहीं कि चीता उस स्थान पर उपस्थित है। भागने का कारण यह है कि वे उसे देख सकते हैं सुन सकते हैं और किसी प्रकार या तरंगों उनकी आँखों और कानों तक पहुँच रही हैं। यदि चीते की अनुपस्थिति में भी वे तरंगों उन तक पहुँचती रहें तो भी वे उतनी ही तेजी से भागेंगे क्योंकि उनके आस पास का वातावरण तो उतना ही भयावह होगा।

अब हम सूय के गुरुत्वाकर्षण पर भाग्यमान तक लागू करेंगे। सूय द्वारा पड़ने वाला प्रभाव चीते के प्रभाव से कितना ही भिन्न है कि वह प्रतिक्रिया के बजाय आकर्षण प्रभाव है। ध्वनि और प्रकाश-तरंगों की मदद से कार्य करने के बजाय सूय की शक्ति इस तथ्य से है कि उसका चारों ओर दिक्-काल का रूपान्तरण भिन्न भिन्न है। चीते के गार की तरह वह स्रोत के समीप बहुत तीव्र है और जैसे-जैसे हम स्रोत से दूर होते जाते हैं उसकी तीव्रता घटती जाती है। यदि हम कहें कि सूय के कारण ही दिक्-काल में रूपान्तरण (modification) होता है तो इससे हमारा ज्ञान में कोई वृद्धि नहीं होगी। जो हम जानते हैं वह यह है कि रूपान्तरण किसी निश्चित नियम के अनुसार आगे बढ़ता जा रहा है और यह कि वे सूय का केन्द्र मानकर उसके चारों ओर समन्वित समूह बनाए गए हैं। कारण कार्य की भाषा से वह जितना कुल अग्रगण्य कल्पनाएँ आ जाता है जिनका सम्बन्ध इच्छा, मासपेशीय तनाव तथा एकाग्रता का है। हम लगभग आगे कुछ भी निश्चित कर रहे हैं वह केवल एक सूत्र होगा, जिसके अनुसार गुरुत्वाकर्षण पदार्थ की उपस्थिति में दिक्-काल में रूपान्तरण होता है। और भी शुद्ध रूप से वह तो हम यह निश्चित कर

मकने हैं कि गुणवानर्पीय पन्थ की उत्पत्ति किम प्रकार का निकाल है। यदि किसी भाग में दिन-रात कुछ स्पष्ट मूलविनोदों में ही किम-मूलविनोदों सक्षण वाला हो जो किसी बन्ध की धार बहने पर अधिकधिक स्पष्ट होता जाता है और जब इससे अतिरिक्त निकाल का मूलविनोद में विपश्यन किमी विनिष्ट नियम के अनुसार हो रहा है। तो ऐसी परिस्थिति का मक्षिप्त व्याख्या करने के लिए हम कहते हैं कि बन्ध पर कोई गुणवानर्पीय पन्थ विद्यमान है। परन्तु जो कुछ हम जानते हैं यह उसका मारभूत विवरण है। हम तो बसल एका स्थानों के धारे में जानते हैं जहाँ गुणवानर्पीय पन्थ विद्यमान न हो, उन स्थानों के धारे में नहीं जानते जहाँ वह हो। इस प्रकार कारण-काय की भाषा (जिसका एक विनिष्ट उदाहरण बल है) किमी विनोद उद्देश्य के लिए बसल एक आनुसिपि (short band) की भाँति है यह किमी ऐसी चीज को व्यक्त नहीं करती जो वास्तव में भौतिक मसार का लक्षण हो।

अब द्रव्य के सम्बन्ध में क्या विचार है? क्या द्रव्य भी एक सुविधाजनक साधन ही तो नहीं है? कि यह प्रश्न कुछ सम्बा है इसलिए हम पर अलग अध्याय में चर्चा करनी होगी।

द्रव्य क्या है

द्रव्य क्या है ? यह प्रश्न उस प्रकार का है जैसे तत्त्वमीमाणास्त्री (Metaphysicians) पूछा करते हैं और उसका उत्तर आश्चर्यजनक गूढ़ता वाली बड़ी बड़ी पुस्तकां में मिलता है। परन्तु मैं यह प्रश्न तत्त्वमीमाणास्त्री की भांति नहीं पूछ रहा हूँ। मैं तो इस प्रश्न का यह जानने के लिए पूछ रहा हूँ कि प्राधुनिक भौतिकी का और विशेष रूप से आधुनिकता सिद्धांत का मूल तत्त्व क्या है। द्रव्य के सिद्धांत के बारे में हमने जा भी सीखा है उससे यह तो स्पष्ट है कि द्रव्य की संकल्पना ठीक वसी नहीं हो सकती जैसा कि इसे माना जाता रहा है। मैं समझता हूँ कि अब लगभग हम बता सकते हैं कि नई संकल्पना क्या होनी चाहिए।

द्रव्य के सम्बन्ध में दो प्रचलित संकल्पनाएँ हैं। जब से वैज्ञानिक चिन्तन शुरू हुआ है तभी से दोनों ही संकल्पनाएँ के समर्थक रहें हैं। कुछ परमाणुवादियों के उनका विचार था कि द्रव्य ऐसे छोटे छोटे कणों का बना होता है जिनका और भाग विभाजन नहीं हो सकता और यह माना जाता था कि वे एक दूसरे से टकराकर कई तरह में टूटकर दूर भागते हैं। यूटन के बाद से यह माना जान लगा कि वास्तव में वे एक दूसरे के सम्पर्क में नहीं आते बल्कि एक दूसरे का आकर्षित या प्रतिकर्षित करते हैं और एक दूसरे के गिर बल्लामा में घूमते हैं। कुछ दूसरे ऐसे लोग थे जिनका मत था कि किसी न किसी प्रकार का द्रव्य हर जगह विद्यमान है और पूर्ण निराला असम्भव है। टेकाट का यही मत था वह ग्रहा की गति का ईश्वर में भ्रमित (vortices) के होने के कारण मानता था। यूटन के गुह्यत्ववर्णन सिद्धांत से यह मत गलत हो गया कि यह जगह द्रव्य होना आवश्यक है और विशेष रूप से इसका यह ही कारण था कि यूटन और उसके शिष्य प्रकाश को ऐसे कणों के रूप में मानते थे जो प्रकाश स्रोत में निकलते हैं। परन्तु जब प्रकाश के बारे में यह मत गलत निकला और यह सिद्ध किया गया कि प्रकाश-तरंगों का ही बना होता है तब ईश्वर की पुनः स्थापना हुई ताकि कोई ऐसी चीज हो जिसमें सहरे उतराने हो सकें। ईश्वर का मरुत तब और भी बढ़ा जब यह मान्य हुआ कि वह विद्युत चुम्बकीय घटना

मे भी उसी तरह उपयोग है जम प्रकार-प्रसारण म । उस समय तो यहाँ तक आगा की गई थी कि गायन परमाणु भी कण ईयर की गति क मरमात्र ही है । यह स्थिति म आकर द्रव्य का परमाणुवाणी मन कुल मिलाकर नष्ट होता चला गया ।

अब भी आपेक्षिकता की छाँदें तो सामान्य द्रव्य की परमाणु-संरचना व सम्वन्ध म आधुनिक भौतिकी म काफी प्रमाण हैं और उसम ईयर के पक्ष म जा तक हैं व भी असत्य सिद्ध नहा हुए हैं । जबकि ईयर की संरचना कभी नहा मानी गइ है । इसका परिणाम दो मता का समजन-सा था—एक वह जो गृहद (gross) द्रव्य पर लागू होता था और दूसरा ईयर पर । इसे कटान और प्रोटॉन के बारे म कोई सदेह नहा था यद्यपि जमा कि हम अभी देखेंगे उन्हें उस प्रकार का मानने की कोर् आवश्यकता नहीं थी जैसा कि परमाणुमा का आम तौर म माना जाता था । मरे विचार म सत्य ता यह है कि आपेक्षिकता म द्रव्य की पुरानी संरचना का दृष्टिकार करना हागा जो पदार्थ (substance) से सम्बन्धित तत्त्वमीमासा स प्रस्त है और एक ऐसे मत का व्यवन करता है जिनकी इस घटना पर विचार करने के लिए कोई आवश्यकता ही नहीं है । हम अब इसी के बारे म जाच पड़ताल करनी है ।

पुराने मत के अनुसार द्रव्य का टुकड़ा एक ऐसी चीज थी जो हमेशा बनी रहता है और किसी एक समय पर वह एक से अधिक स्थानों पर नहीं होगा । चीज का इस दृष्टिकार से देखना आकाश और काल के पूर्ण वधयकरण से सम्बन्धित है जमा कि लोग पहले विचार करते थे । जब हम आकाश और काल क घनाय दिक् काल रखने हैं तो स्वाभाविक है कि हम भौतिक संसार की व्युत्पत्ति एक घटकी से होने की आगा करेंगे जो काल म भी उतने ही सीमित है जितन आकाश म । ऐसे घटका को ही घटनाएँ कहते हैं । कोई घटना प्रचलित दृष्टि स द्रव्य के टुकड़े की भांति न घटल होती है और न ही गति करती है वह कवन क्षण तक रहती है और समाप्त हो जाती है । उस पुराने मत के अनुसार एक विस्तृत पिण्ड कई कणों का बना होता था । ठीक उसी प्रकार काल म विस्तृत कण को ऐसे अंशों स बना माना जा सकता है जिन्हें घटना कण कह सकते हैं । ऐसी घटनाओं की समस्त श्रेणी से ही कण का इतिहास बना होता है और स्वयं कण की ही वह सत्ता मानी जा सकती है जो उसका इतिहास है, वह कोई तत्त्वमीमासीय सत्ता नहीं है जिस पर घटनाएँ होती हैं । यह मन इसलिए आवश्यक हो गया है कि आपेक्षिकता हम आकाश और काल का पुरानी भौतिकी की तुलना म एक ही स्तर पर रखने के लिए बाध्य करती है ।

इस अभौतिक तथ्य का सामग्रस्य भौतिक संसार क ज्ञात तथ्यों से करना हागा । पर पात तथ्य क्या है ? एक तो हम यह निश्चित मान लें कि प्रकाश

तरंग का बना होता है जो प्राप्त वेग से चलती हैं। इसके अलावा दिक्-काल के जो भाग पदावरहित है उनमें जो रहा है उसके बारे में हमें काफी जानकारी है। इसका अर्थ यह है कि हम यह जानते हैं कि कुछ आवर्ती घटनाएँ (प्रकाश तरंगें) होती हैं जो निश्चित नियमों का पालन करती हैं। ये प्रकाश किरणें परमाणु से उत्पन्न होती हैं और परमाणु-संरचना के आधुनिक सिद्धांत से हम उन परिस्थितियों के बारे में भी काफी कुछ जानते हैं जहाँ से वे निकलती हैं और यह भी जानते हैं कि किन दिशाओं पर उनका तरंग द्रव्य निर्भर करता है। हम न केवल यही जान सकते हैं कि प्रकाश तरंग कैसे चलता है बल्कि उसके स्रोत की हमारे सापेक्ष गति क्या है। जब मैं यह कहता हूँ तो इसका अभिप्राय है कि हम दो थोड़े भिन्न समयों पर बात का एक ही मान रहे हैं। परन्तु यह तो वह बात है जिसकी जाँच हम करना चाहते हैं।

पिछले अध्याय में हमने देखा कि परस्पर सम्बंधित उन घटनाओं का एक समूह कैसे बन सकता है जो एक-दूसरे से किसी नियम के अनुसार सम्बंधित रहती हैं और दिक्-काल में किसी क्षेत्र के चारों ओर विद्यमान रहता है। एक अल्पकालिक प्रकाश दम्ब जब कई भिन्न स्थानों पर पहुँचती है तो घटनाओं का ऐसा ही समूह बनता है। हम यह मानने की आवश्यकता नहीं है कि क्षेत्र पर कोई विशेष घटना हो रही है कम-से-कम हमें यह मानने की जरूरत नहीं है कि हम क्षेत्र पर होने वाली घटना को जानते हैं। हम तो यह जानते हैं कि ज्यामिती के अनुसार विचाराधीन घटनाओं का समूह एक क्षेत्र के चारों ओर व्यवस्थित है जैसे किसी तालाब पर मक्खी बैठ जाने से उसका तन पर विस्तारशील बीज बन जाती है। हम किसी ऐसी परिकल्पित घटना का मान सकते हैं जो क्षेत्र पर हुई है और इस नियमों की स्थापना कर सकते हैं जिनके अनुसार विद्यमान घटना बढ़ता है। तब परिकल्पित घटना व्यावहारिक रूप से विद्यमान का कारण प्रतीत होगी। यह उस कण की जीवनी में भी एक घटना मानी जाएगी जो विद्यमान के क्षेत्र पर माना गया है।

हम देखते हैं कि न केवल एक प्रकाश-तरंग ही क्षेत्र से बाहर की ओर एक निश्चित नियम के अनुसार फैलती है बल्कि सामान्यतः इतनी धीरे-धीरे उसी प्रकार की अर्थ-तरंगें भी आती हैं। उदाहरण के लिए मृग का रूप एकाएक नहीं बदल जाता, यहाँ तक कि अगर तब हवा के समय उमने सामने से एक बादल का टुकड़ा गुजर जाए तो भी रूपांतरण यथाश्रम होगा हालाँकि तेजी से होगा। इस प्रकार दिक्-काल में एक क्षेत्र से सम्बंधित घटनाओं के समूह का उसमें मिली जुलते ध्रुव समूहों से सम्बंध स्थापित किया जाता है जिन्हें क्षेत्र दिक्-काल में पहले क्षेत्र के आस-पास ही हो। इन दूसरे समूहों के लिए भी सामान्य बोध उनमें क्षेत्रों पर समान परिकल्पित घटनाओं का होना मानता है और फिर यह मानता है कि ये सभी परिकल्पित घटनाएँ एक ही

इतिहास के विभिन्न भाग हैं, अर्थात् यह एक परिवर्तित कण की उपस्थिति की संरचना करता है जिस पर ये सभी घटनाएँ हुई हैं। केवल परिवर्तनात्मा के इस प्रकार दुन्दे प्रयोग की मूल सही जो प्रत्येक अवस्था में पूर्णतः अनावश्यक है हम पुराने अर्थ में पता चल सकता है।

यदि हम अनावश्यक परिवर्तनात्मा की न लाना चाहें तो हम कहेंगे कि आप पास के माध्यम में विभिन्न प्रकार के वितामा से मिलकर जा कुछ भी है वही परमाणु है, साधारण भाषा में हम न विनाश का परमाणु के कारण हुआ मानते हैं। पर हम इन विधोभा का अर्थ इस दृष्टि से नहीं लेंगे कि हमारे सामने इस समय क्या समस्या है क्योंकि तब के प्रभाव पर निर्भर रहेंगे। उसके बजाय हम परमाणु से बाहर प्रकाश वेग से यात्रा करेंगे और जैसे जैसे हम किसी स्थान पर पहुँच जायेंगे उस स्थान के विनाश पर विचार करेंगे। विधोभा के लगभग एक जस निकाला को—जिन्का केन्द्र लगभग एक ही है, जिसकी उपस्थिति का पता कुछ पहले या कुछ बाद में हुआ है—या तो थोड़ा समय पहले या थोड़ा समय बाद के क्षण परमाणु माना जाएगा। इस प्रकार हम भौतिकी के सभी नियमों को बनाए रखते हैं और उसके लिए अनावश्यक परिवर्तनात्माओं का सहारा भी नहीं लेना पड़ता और न ही किसी सत्ता के होने की कल्पना करनी पड़ती है। इसमें हम भित्ति-यमितता के सामान्य सिद्धांत से सगत होते हैं जिसकी मदद से आपेक्षिकता सिद्धांत से बहुत-सी बेकार की बातें हटाई जा सकी हैं।

सामान्य बाध से यह अनुमान होता है कि हम जब एक मजबूत देखते हैं तो एक मजबूत देखते हैं। यह एक महान् भ्रम है। जब सामान्य बोध से एक मजबूत देखी जाती है तो कुछ प्रकाश-तरंगें उसकी आँखों तक पहुँचती हैं और वे तरंगें ऐसी हैं जो उसके पुराने अनुभवों में स्पष्ट इन्द्रिय के साथ सम्बद्ध रही हैं। उसके साथ-साथ अर्थ लागने का यह साधन भी है कि उन्होंने भी मजबूत देखा है। परन्तु इनमें से किसी में भी हम कभी मजबूत तक नहीं पहुँचे। प्रकाश तरंगों से हमारी आँखों में कुछ अनुभूति हुई और उनसे हमारी दृष्टि तंत्रिका (optic nerve) में अनुभूति उत्पन्न हुई और इनसे मस्तिष्क में अनुभूति उत्पन्न हुई। इनमें से किसी भी अनुभूति से बिना किसी प्राथमिक घटना के भी वस ही संवेदन होने जिस हम मजबूत देखना कहते हैं चाहे कोई मजबूत भी हो। (यदि द्रव्य को सामान्यतः घटनाओं के समूह के रूप में माना जाए तो यह बात आँखों के दृष्टि तंत्रिका और मस्तिष्क के लिए भी लागू होती है)। जहाँ तक स्पर्श-द्रव्य का प्रश्न है जब हम मजबूत को अपनी अंगुलियों से दबाते हैं तो प्राथमिक भौतिकी के अनुसार मजबूत के इलेक्ट्रानों और प्रोटानों की सन्निकटता से हमारी अंगुलियाँ के सिरों के इलेक्ट्रान और प्रोटानों में विद्युतीय विनाश उत्पन्न हो जाता है। यदि हमारी अंगुलियों के सिरों में उसी प्रकार

के विभाग किसी अन्य विधि में उत्पन्न हो ता हम वही अनुभूति होगी चाह वहाँ भेज न भी हो। इस सम्बन्ध में दूसरे लोग का साक्ष्य तो प्रत्यक्ष रूप से द्वितीय कोटि का है। यदि कचहरी में किसी गवाह से पूछा जाए कि उसने घटना को देखा है, या नहीं तो वह यह नहीं कह सकता कि उसका ऐसा विश्वास है क्योंकि दूसरे लोग इसके साक्षी हैं। जो भी हा साक्ष्य तो ध्वनि तरंगों पर आधारित है और उसके लिए मनोवैज्ञानिक तथा भौतिक व्याख्या की आवश्यकता होती है, इसलिए वस्तु से उसका सम्बन्ध बहुत पराक्ष है। इन सब बातों की वजह से, जब हम कहते हैं कि कोई व्यक्ति भेज का दान रहा है तो हम एक अत्यधिक मरिचक भाषा का प्रयोग करते हैं जिसमें जटिल तथा दुरुह व्याख्याएँ सम्भव रहती हैं जिनकी प्रामाणिकता सन्देहजनक है।

परन्तु हम यह भय है कि हम वही मनोवैज्ञानिक प्रश्नों में न उलझ जायें जिन्हें यदि सम्भव हो ता दूर हो रखना है। इसलिए हम फिर से पूर्णतः भौतिक दृष्टिकोण की ओर लौटते हैं।

मैं जो बात सामने रखना चाहता हूँ उसे इस प्रकार कहा जा सकता है। हर घटना के बारे में जो अग्रज वही भी होती है, परमाणु की उपस्थिति के कारण, कम से कम सिद्धांत रूप में प्रयोग द्वारा गवेषणा की जा सकती है यद्यपि कि वह किसी विशेष रूप से छिपे ढंग में न हो रही हो। परन्तु परमाणु के अदृश क्या होता है (यदि कुछ होता है तो), यह जानना असम्भव है। काह ऐसा बात उपकरण नहीं है जिससे उसकी एक छानवी भी प्राप्त हो सक। कोई परमाणु अपने 'प्रभाव' द्वारा ही जाना जाता है। परन्तु 'प्रभाव' शब्द धारणावाद का है जो आधुनिक भौतिकी में ठीक नहीं बैठता और विशेष रूप से आपेक्षिकता में तो ठीक नहीं बैठता। हम तो कबल इतना ही कहना चाहते हैं कि घटनाओं में कुछ समूह एक साथ घटित होते हैं, अर्थात् दिक-काल में पास पास होते हैं। कोई एक प्रेक्षक किसी समूह की एक घटना को दूसरी घटना से पहले घटित मानेगा, परन्तु हा सकता है कि दूसरे प्रेक्षक इन घटनाओं को भिन्न समय क्रम से देखें। और यदि सभी प्रेक्षकों के लिए समय क्रम एक-सा ही हो ता दो घटनाओं में हम केवल एक सम्बन्ध ही मालूम होगा जो अग्र और पश्च दिशा में समान रूप से लागू होगा। यह सच नहीं है। भविष्य भूत को जिस ढंग से निर्धारित करता है, भूत भविष्य को उससे बिना भिन्न ढंग से निर्धारित करता है। इस आभासी अंतर है जो हमारी अनानता के कारण है क्योंकि हम भूत के मुकाबले भविष्य के बारे में कम जानते हैं। यह तो केवल एक सपना की बात है हो सकता है कि एक लोग भी हा जो भविष्य के बारे में अधिक जानते हैं और भूत के बारे में उन्हें अनुमान लगाना पड़ता हो। ऐसे मामलों में इन लोगों की अनुभूति हमारी अनुभूति से बिल्कुल विपरीत होगी परन्तु उससे अधिक आतिशयजनक नहीं होगी।

यह काफी स्पष्ट मासूम पड़ता है कि भौतिकी के सभी नियम और तथ्य बिना यह मानते हुए भी समझे जा सकते हैं कि 'द्रव्य घटनाएँ के गमन के प्रतिरिक्त और कुछ नहीं है जिनमें \equiv प्रत्यक्ष घटना एसी हागा जिन हम स्वाभाविक रूप से पदार्थ के कारण' ही घटित मानेंगे। इसके लिए भौतिकी के सूत्रों और गणितों में किसी परिवर्तन की आवश्यकता नहीं होगी मगर तो एकमात्र मकतल को समझने का प्रश्न है।

अर्थान (interpretation) में ऐसी स्वाधानना गणितीय भौतिकी का एक रूप है। हम जानते हैं वह एक बहुत समूह तार्किक सम्बन्ध है जिसे हम गणितीय सूत्र के रूप में व्यक्त करते हैं। हम जानते हैं कि कुछ स्थितियाँ हैं हम ऐसे परिणामों पर पहुँचते हैं जिनका प्रायोगिक स्थापन सम्भव होता है। उदाहरण के लिए ग्रहण का प्रेरण है जिसमें आइन्स्टाइन का प्रकाश वक्रण (मुड़ना) का सिद्धान्त स्थापित हुआ था। उसका वास्तविक प्रेरण के फोटो-प्लेटों पर कुछ विक्षेप दूरियाँ की सावधानीपूर्वक माप। कुछ ऐसे सूत्रों का स्थापन करना था जो सूत्रों के समीप से गुजरता हुई प्रकाश किरणों का मार्ग में सम्बंधित थे यद्यपि इन सूत्रों के उस भाग का अर्थान सदैव एक-जैसा ही होना चाहिए जिसमें प्रेरित परिणाम प्राप्त होता है परन्तु उनका स्वरूप भाग का अर्थान कई विभिन्न तरीकों से किया जा सकता है। ग्रहों की गति को व्यक्त करने वाले सूत्र आइन्स्टाइन सिद्धांत में भी ठीक वे ही हैं जो 'न्यूटन' के सिद्धांत में हैं परन्तु उन सूत्रों के अर्थान भिन्न हैं। सामान्यतः यह कहा जा सकता है कि प्रकृति के विभिन्न अर्थों की तुलना में उनकी गणितीय व्याख्या में प्रयुक्त सूत्रों के परिष्कृत होने के कारण हम कहीं अधिक निश्चित हागे। इसलिए जिस चीज से हमारा सम्बन्ध इस अध्याय में है मानी इलेक्ट्रॉन या प्रोटॉन के स्वरूप के प्रश्न का उत्तर केवल जानकारी के आधार पर नहीं दिया जा सकता कि उसके गति नियमों के द्वारा में गणितीय भौतिकी क्या कहती है और वातावरण से उसकी अंतर्क्रिया (interaction) किस नियम के अनुसार होती है। हमारे प्रश्न का निश्चित और निष्पक्ष उत्तर देना केवल इसलिए सम्भव नहीं हो सकता कि कई उत्तर ऐसे हैं जो गणितीय भौतिकी के सत्य के समत हैं। फिर भी कई उत्तर दूसरों की तुलना में अधिक माय हैं क्योंकि उनके पास में प्रायिकता अधिक है। इस अध्याय में हम द्रव्य की ऐसे ढंग से व्याख्या करना चाह रहे थे कि उनके लिए भौतिकी के सूत्र नहीं रहें। यदि हमने अपनी व्याख्या एसी रखी होती कि उसमें कोई द्रव्य कण दृग प्रसार का होता जिसे द्रव्यात्मक कठोर और निश्चित पिण्ड समझा जाता है तो हम ऐसी चीज के अस्तित्व के बारे में निश्चित नहीं हो सकते थे। यही कारण है कि हमारी परिभाषा हालाँकि जटिल मालूम होती है पर तक में वक्र और गणितीय मंचेदन की दृष्टि से अच्छी है।

दार्शनिक परिणाम

आपत्तिवत्ता व दार्शनिक परिणाम न नूतन असाधारण ही व और न इनने विस्मयजनक ही हैं जितना कि कभी-कभी माना जाता है। इससे विग्रचरित विवादों जैसे यथायवाद और आद्यवाद व ग्रन्थ पर कोई प्रकाश नहीं पड़ता। कुछ लोगों का विचार है कि यह पाठ के हम मत का समयन करता है कि आकाश और काल 'व्यक्तिनिष्ठ' हैं और 'भूतनाश' के ही रूप हैं। मेरा विचार है कि लेखक ने प्रेक्षक का उल्लेख जिन ढंग से किया है उसी व कारण ये लोग गलतफहमी में पड़ जाते हैं। यह साधना स्वाभाविक ही है कि प्रेक्षक कोई मनुष्य या कम-से-कम बार्द मन होना चाहिए लेकिन हा सकता है कि वह केवल पाटापापी का प्लेट या घड़ी ही हो। कहने का अनिप्राय यह है कि जब हम एक 'दृष्टिकोण' और दूसरे 'दृष्टिकोण' के विस्मयजनक भेद का उल्लेख करते हैं तो 'दृष्टिकोण' शब्द का प्रयोग जिस प्रकार प्रत्यक्ष ज्ञान युक्त मनुष्य के लिए होता है उसी प्रकार भौतिक उपकरणों के लिए भी होता है। आपत्तिवत्ता व जिस 'व्यक्तिनिष्ठता' में सम्बन्ध होता है वह भौतिक व्यक्तिनिष्ठता है और यदि समार में मन और इन्द्रियाँ न हों तो उसका अस्तित्व क्या रहेगा।

इसके अतिरिक्त यह यथायत्त सीमित व्यक्तिनिष्ठता है। मिट्ठा त यह नहीं कहता कि हर चीज आपत्तिवत् है, बल्कि इसके विपरीत हमसे हम उस विधि का पता चलता है जिससे हम यह भेद कर सकें कि क्या मापक है और क्या भौतिक घटना का अपना निजी सत्य है। यदि हम कहें कि यह मिट्ठा न आकाश और काल के सम्बन्ध में पाठ का समयन करता है तो हम यह कहना होगा कि दिव-काल के सम्बन्ध में यह पाठ का खण्डन करता है। भर विचार में इनमें कोई वाद भी क्या सत्य नहीं है। मैं नहीं समझता कि कोई बजह ऐसी भी हो सकती है कि दार्शनिक अपने उमो पुराने मत पर न डटें। पहले भी बिना पक्ष में कोई निष्चायक दलीलें नहीं थी और अब भी नहीं हैं और किन्हीं एक मत को सही मानना रुढ़िबद्ध दृष्टिकोण होगा, वैज्ञानिक नहीं।

फिर ही जसे जम साइन्स की शास्त्र में ध्यान वाल विचार सुपरिचित होन जात है जमा कि स्कूल में पढ़ाए जात कि कारण स्वाभाविक है ता उसमे हमारे गीजन का प्रगति में कुछ परिवर्तन हांग धार ध्यान व बड़े महत्त्व का हांग ।

इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि भौतिकी से भौतिक ससार का बारे में उतना ज्ञान प्राप्त नहीं होता जितना हम समझते आए हैं । पुरानी भौतिकी का लगभग सभी बड़े सिद्धांत इस महान नियम की तरह के ही मालूम पड़ते हैं कि एक गज में हमारा तीन फुट होने हैं, बाकी सब सिद्धांत एकदम गलत निकलते हैं । इन दोनों से किसी नियम की जो दुगति होती है वह द्रव्यमान मरणाण को लेकर स्पष्ट की जा सकती है । द्रव्यमान की व्याख्या पदार्थ की मात्रा के रूप में की जाती रही है और प्रयोगों से यही सिद्ध होता है कि यह न कभी घटता है न बढ़ता है । परन्तु अधिक यथार्थता वाली आधुनिक भाषा से विलक्षण बातें सामने आई । एक तो यह देखा गया कि द्रव्यमान बग बदन के साथ साथ बढ़ता है । इस प्रकार का द्रव्यमान वास्तव में ऊर्जा की तरह का है । किसी वस्तु का यह द्रव्यमान स्थिर नहीं रहता । परन्तु इस नियम को भी उसी 'नियम की भाँति स्वयंसिद्ध (Truism) माना जा सकता है जिसका अनुसार एक गज में तीन फुट होते हैं । यह हमारी मापविधि की देन है पदार्थ का कोई यथार्थ गुण नहीं है । दूसरे प्रकार का द्रव्यमान वह है जिसे निजी द्रव्यमान कह सकते हैं । यह वह द्रव्यमान है जो पिण्ड के साथ गति करते हुए किसी प्रेक्षक के अनुमान से होगा । यह साधारण पार्थिव परिस्थिति है । पृथ्वी पर हम जिस पिण्ड का भार तोलते हैं वह हवा में गति नहीं कर रहा है । किसी पिण्ड का निजी द्रव्यमान लगभग स्थिर रहता है पूरन नहीं । यह माना जाएगा कि अगर आपके पास एक एक पौंड के चार बाट हैं और चारों का एक साथ तराजू के पलड़े में रख दिया जाए तो उनका संयुक्त भार चार पौंड होगा । परन्तु यह भ्रम निकला उनका भार कम होता है परन्तु यह कभी इतनी कम होती है कि अत्यंत सावधानीपूर्वक मापने पर भी इसे मालूम नहीं किया जा सकता । हालाँकि यदि चार हाइड्रोजन परमाणु हो और उन्हें एक साथ संयुक्त करके एक होलियम परमाणु बनाया जाए तो द्रव्यमान में घूना दृश्यमान होती है । होलियम परमाणु का द्रव्यमान चार अलग अलग हाइड्रोजन के परमाणुओं से इतना कम होता है कि उसे मापा जा सकता है ।

माटे तीर से कह ता प्रचलित भौतिकी दो भागों में बँट गई है स्वयंसिद्ध (Truism) और भूगोल (Geography) ।

आपक्षिकता सिद्धान्त हमारी कल्पना के लिए जो ससार प्रस्तुत करता है वह गणितीय वस्तुओं का ज्ञान नहीं है जितना कि घटनाओं का है । यह ता

सत्य है कि अब भी ऐसे कण हैं जो घटते (persist) मालूम पड़ते हैं परन्तु (जमा कि हमने पिछले अध्याय में देखा था) उन्हें वास्तव में सम्बन्धित घटनाओं की एक लड़ी के रूप में माना जा सकता है जिस किसी गाने के क्रमिक स्वर । घटनाएँ ही आपक्षिकता भौतिकी का मूल वस्तु हैं । उसी दो घटनाओं के बीच जो एक दूसरे से बहुत दूरी पर नहीं हो, व्यापक सिद्धांत तथा विविष्ट सिद्धांत दोनों के अनुसार एक निश्चित सम्बन्ध होता है जिसे 'अंतराल' कहते हैं । यह एक भौतिक सत्य मालूम पड़ता है, तथा कालावधि और आकाश में दूरी उसकी दो लगभग अस्पष्ट अभिव्यक्तियाँ हैं । दो दूरस्थ घटनाओं के बीच कोई एक निश्चित अंतराल नहीं है । परन्तु एक घटना से दूसरी तक जान या एक पथ सबसे छोटा है अर्थात् उस पथ में पड़ने वाले अलग अलग छोट-छोट अंतरालों का योग अथवा सभी पथों के अंतरालों का योग से छोटा होगा । इस पथ का 'जियोडैसिक' कहते हैं और कोई भी पिण्ड यदि भुक्त रूप से गति करने के लिए छोड़ दिया जाए तो इसी पथ से जाएगा ।

सम्पूर्ण आपक्षिकता भौतिक पुराने समय की भौतिकी और ज्यामिती से अधिक प्रमाणित है । इसमें यूक्लिड की सीधी रेखाओं के स्थान पर प्रकाश किरणें चलना पड़ता है जो सूर्य या किसी अन्य भारी पिण्ड के समीप से गुजरने के समय उस प्रकार सीधी नहीं जाती जिस यूक्लिड की कल्पना के अनुसार होनी चाहिए थी । रिक्त आकाश के बहुत छोटे भाग में किसी बिन्दु के सीने कोणों का योग अथवा भी दो समकोणों के बराबर माना जाता है, परन्तु विस्तृत क्षेत्र में ऐसा नहीं माना जाता । ऐसा स्थान कभी भी नहीं मिलता जहाँ यूक्लिड पूर्णतः सही हो । पहले जो साध्य तक द्वारा सिद्ध किए जाते थे वे अब या तो बचल परम्परागत रह गए हैं या ऐसे अनिश्चित सत्य रह गए हैं जो प्रेरणा द्वारा सिद्ध किए जाते हैं ।

यह एक अजीब बात है—जिसका आपक्षिकता ही एकमात्र उदाहरण नहीं है—कि जिस जस तक तर्क (reasoning) में विकास होता है उसमें सध्या का सिद्ध करने की शक्ति घटती जाती है । यह समझा जाता था कि तर्कालक्ष्य तर्क यह सिखाता है कि अनुमान किस लगाया जा सकता है अब यह हमें यह सिखाता है कि अनुमान किस-किस नहीं लगाया जाना चाहिए । पशुओं और बच्चों में अनुमान लगाने की प्रवृत्ति बहुत ही अधिक होती है यदि आप किसी असाधारण मोड़ से जाएँ तो पाछा अत्यधिक शक्ति होता है । जब मनुष्य ने तब का प्रयोग शुरू किया तो उन्होंने सबसे पहले उन परिणामों को सही सिद्ध करने का प्रयत्न किया जो उन्होंने गिनने वाले के विचारों से पहले निर्धारित किए थे । इस स्वाभाविक प्रवृत्ति के परिणामस्वरूप बहुत-सा धुन्धला और भ्रमपूर्ण उत्पन्न हुआ । प्रवृत्ति की एक समानता और 'सार्वत्रिक कारणता' (universal causation) का नियम जैसे महान सिद्धान्त हमारे इस विद्वान

का सहारा देते हैं कि जो पहले बड़े बार होता रहा है वह घाग भी होगा। यह एक धोने का इस विश्वास से अधिक सुस्थापित नहीं है कि आप उस मोड़ पर ही मुड़ेंगे जिस पर हमें मुड़ा बरत है। यह जान सना इतना आमान नहीं है कि व्यावहारिक विज्ञान में इन उत्पित सिद्धांतों का स्थानापन किम सिद्धांत से किया जाए परन्तु गायन आपनिष्ठा सिद्धान्त में हम एक अनन्त-मी मिनती है कि एम नय सिद्धांत किस प्रकार का है। कारणता का पुनः अय में अय सदातित्व भौतिकी में कोई स्थान नहीं रह गया है। फिर भी हमका स्थानापन करने का लिए दूसरी चीज है परन्तु उसका स्थान पर दूसरा जा कुछ भी रखा जाता है उसका अपन पूर्वगामी सिद्धांत की तुलना में अधिक अच्छा आनुभविक आधार (empirical foundation) है।

विश्व की सभी घटनाओं का काल नियारण करने वाले एक सन्निष्ट समय की धारणा के लड़न से प्राप्ति चलकर कारण और वाय विकास (evolution) तथा अन्य कई विषयों के सम्बन्ध में हमारे विचारों पर प्रभाव पड़ेगा। उदाहरण के लिए विश्व में कुछ मिलाकर कुछ प्रगति हुई है या नहीं यह प्रश्न हमारे समय मापन के चुनाव पर निर्भर करेगा। यदि हम कई समान रूप से अच्छी घड़ियों में से एक लेने हैं तो हो सकता है कि हम यह विश्व इतनी तीव्रता से गति करता हुआ मालूम पड़े जितना कि बड़े-स-बड़ा आगावादी अमरीकी उसकी प्रगति का धारे में सोचता है। पर यदि हम उसी ही अच्छी कोई दूसरी घड़ी ले लें तो हो सकता है कि यह विश्व हमें बदतर होता हुआ दिखाई पड़े जितना कि बड़े-स-बड़ा निराश स्नाव साव सकता है। हम प्रकार आगावाद या निरागावाद न तो सही है न गलत, बल्कि घड़ियों के चुनाव पर निर्भर करता है।

इसका प्रकार किसी एक प्रकार के मनाभाव (emotion) पर विनाशकारी होता है।

कवि कहता है—

एक बहुत दूर पर दक्षिण घटना
जिसकी ओर समस्त सृष्टि जा रही है

(One far off divine event

To which the whole creation moves)

परन्तु यदि घटना काफी दूरी पर हो और सृष्टि काफी तेजी से गति कर रही हो तो उसका एक भाग का अनुमान होगा कि घटना हो चुकी है जबकि दूसरे भाग का अनुमान होगा कि घटना अभी भविष्य में होने वाली है। इसमें कविता का आनन्द ही समाप्त हो जाता है। इसलिए दूसरी पवित्र हानी चाहिए

सृष्टि का कुछ भाग उसकी ओर जा रहा है और कुछ
उससे दूर जा रहा है।

(To which some part of the creation move, while other move away from it

परन्तु इसमें काम नहीं चलेगा। मेरा विचार है कि यदि किसी मनाभाव का बाड़े-से गणित स नष्ट किया जा सके, वह न तो बहुत दुर्लभ ही होगा और न बहुत लाभदायक ही। परन्तु इस प्रकार के तर्क से विकटोरिया युग की आत्माचना ही उठेगी जो इस प्रसंग से बाहर है।

मैं पुनः कहता हूँ कि भौतिक समाज के द्वार में हम जो कुछ जानते हैं वह उससे कहीं अधिक प्रभूत है जितना कि पहले माना जाता था। पिण्डों के बीच में घटनाएँ होती हैं—जिस प्रकार—नरगें। उन घटनाओं के नियमों के द्वार में हम कुछ अवश्य जानते हैं—ठीक इतना कि उसे गणितीय सूत्र के रूप में व्यक्त किया जा सके—परन्तु उनकी प्रकृति के द्वार में हम कुछ भी नहीं जानते। जैसा कि हमने पिछले अध्याय में देखा था स्वयं इन पिण्डों के द्वार में हम इतना कम जानते हैं कि हम निश्चित रूप से यह भी नहीं कह सकते कि वे वास्तव में कुछ हैं भी या नहीं। हाँ मकता है कि वे दूसरे स्थानों पर होने वाली घटनाओं के समूह मात्र ही हैं। और उन घटनाओं की हमें उनका प्रभाव ही मानना होगा। स्वाभाविक है कि सत्ता का हमारा अर्थ विचारमय है यानी हम यह कहना करते हैं कि जो भी हो रहा है वह सगुण वसा ही है जसा कि हम उस दस्त है। परन्तु वास्तव में यह साम्य केवल सरचना की व्याख्या करने वाले कुछ व्यावहारिक सांख्यिक गुण धर्मों तक ही सीमित है। इसलिए हम उसमें हानि बाने परिवर्तना के कुछ सामान्य लक्षणों का ही जान सकते हैं। शायद एक निदर्शन से यह बात अधिक स्पष्ट हो जाएगी। किसी संगीत की धुन का बजान पर बर जमा होता है तथा स्वर सकेत रूप में छाया हान पर, उनमें एक प्रकार की अनुरूपता होती है जिसे सरचना-सम्बन्धी अनुरूपता कहा जा सकता है। यह अनुरूपता इस प्रकार की है कि यदि आपको नियम मालूम हो तो आप स्वर सकेतों से संगीत मालूम कर सकते हैं या संगीत से स्वर सकेत मालूम कर सकते हैं। अर्थ मान लीजिए आप नाम से ही एवढम बहरे हों परन्तु संगीतज्ञ के साथ रहते रह हों। यदि आपने बालना और हीठो से पढ़ना सीखा हो तो आप यही समझेंगे कि ध्वनि के स्वर सकेत स्वयं ध्वनि के निम्नी गुणों से सबका भिन्न हैं यद्यपि सरचना¹ में एक समान हैं। संगीत का मूल्य आपकी लिए पूर्णतः अप्राप्त होगा परन्तु आप उनके सब गणितीय लक्षण पहचान सकेंगे चूँकि वे स्वर सकेत के लक्षणों जमे ही होंगे। प्रकृति के सम्बन्ध में हमारा ज्ञान कुछ इस प्रकार है कि हम स्वर-सकेत पद मकने हैं और हम उससे उतना ही

1 'सरचना' का परिभाषा के लिए लक्ष्मण की पुस्तक Introduction to Mathematical Philosophy देखिए।

अनुमान लगा सकते हैं जितना हमारा ज्ञान वृद्ध होना चाहिए व तारे म अनुमान लगा सकता था। परन्तु हम उस सामान्य धारणा को उमने रागीतना व साथ रहने व कारण प्राप्त किया है। हम यह नहीं जान पाते कि स्वर-मन्त्रता से व्यक्त मंगीत अच्छा होगा कि नहीं। सम्भवतः अन्तः प्रत्यक्ष म भी निश्चयपूर्वक कुछ नहीं कह सकते कि स्वर मन्त्रता सिद्ध यात्र को व्यक्त भी करती है या नहीं। परन्तु यह एक ऐसा मन्त्र है जो किमा भौतिकी विज्ञान की भौतिकीविद होने के नाते साचना भी नहीं चाहिए।

भौतिकी के बारे में अधिकतम सफलता मानने वाला भी वह नहीं है जो बता सकती कि परिवर्तन किम चीज में होता है या उसका विभिन्न अवस्थाएँ कौन कौन सी हैं। इससे हम केवल उन चीजों का पता चलता है जो आवन परिवर्तन के फलस्वरूप एक व बाद बनती रहती हैं या किसी निश्चित दर में बनती हैं। यहाँ तक कि अद्य भी सम्भवतः हम निरीक्षणों का उत्साह टापन व प्रक्रम के अन्तिम चरण पर नहीं हैं जिससे हम कुछ वैज्ञानिक ज्ञान तक पहुँच पाएँ। आपेक्षिकता सिद्धान्त से इस दिशा में बहुत-कुछ समझ लिया गया है और ऐसा करने में उसने हम कुछ मरचना के समीपतम पहुँचा दिया है और यही तो गणितना का ध्येय भी है—यह ध्येय इसलिए नहीं है कि मानव ज्ञान व ज्ञान वह केवल इसी में रुचि रखता है बल्कि इसलिए है कि केवल यही एक ऐसी चीज है जिस वह गणितीय मूल व रूप में व्यक्त कर सकता है। परन्तु चूंकि अमूर्तकरण की दिशा में हम बहुत आगे बढ़ चुके हैं इसलिए हो सकता है कि हम और भी आगे जाना पड़े।

पिछले अध्याय में मैंने द्रव्य की एक अल्पतम परिभाषा का उल्लेख किया था अर्थात् ऐसी परिभाषा जिसमें पदार्थ का उतना कम-से-कम पदार्थ रूप माना गया हो जितना के भौतिकी के तथ्यों के अनुरूप हो। इस प्रकार की व्याख्या लेने में हमने असदिग्धता पर जोर दिया है। हमारा विरल पदार्थ तो बना ही रहेगा चाहे इससे भी अधिक पुष्ट कोई चीज क्यों न हो। द्रव्य की अपनी व्याख्या को हमने जन आस्टिन में इसावेला का सपनी की भाँति बनाने का प्रयत्न किया है 'पतला किन्तु बहुत पतला नहीं। यदि हम दन्तावृत्त का दावा करने लग जाएँ कि द्रव्य इससे अधिक और कुछ नहीं है तो हम गलती करेंगे। साइबनीटिक्स का विचार था कि द्रव्य का एक दुर्लभ वास्तव में आभासा की वस्ती होता है। उसे गलत सिद्ध करने के लिए हमारे पास कोई प्रमाण नहीं है हाँकि उसे सही सिद्ध करने का भी हमारे पास कोई प्रमाण नहीं है। हम उसके सही या गलत होने के बारे में उससे अधिक नहीं जानते जितना हम मंगल ग्रह के प्राणियों और वनस्पतियों के बारे में जानते हैं।

अगणितिक व्यक्ति को हमारा भौतिक ज्ञान का अमूर्त स्वरूप अस्तित्व-जनक लगता है। एक कलात्मक या काल्पनिक दृष्टिकोण में सम्भवतः यह

तेदजनक हो परन्तु व्यावहारिक दृष्टिबोध से हमका कोई महत्व नहीं है। अमूर्तकीकरण जोकि बड़ा कठिन है व्यावहारिक शक्ति का सोन है। एक पूँजीपति (financier) जिसका व्यापार शय किसी व्यवहार कुशल व्यक्ति व व्यापार से अधिक अमूर्त है, वह व्यवहारकुशल व्यक्ति से अधिक शक्ति सम्पन्न भी होगा। वह गेहूँ या रई का व्यापार कर सकता है चाहे वह उह देखे भी नहीं उगे तो केवल यह जानने की आवश्यकता है कि उनका मूल्य गिरेगा या चढ़ेगा। यह अमूर्त गणितीय ज्ञान है, कम से-कम खेतिहर के ज्ञान की तुलना में तो ऐसा ही है। इसी प्रकार भौतिकीविद द्रव्य के गति-नियमों की नियमा के अतिरिक्त और कुछ नहीं जानता, फिर भी इतना तो जानता ही है कि स्वच्छता से उसका उपयोग कर सकता है। बड़े-बड़े समाकरणों का माध्य जोड़ तोड़ करता हुआ, जिनमें ऐसी-ऐसी चीजों के सक्त प्रयुक्त किए गए हैं जिनके निजी गुण हम कभी भी नहीं जान सकेंगे, वह अज्ञान में ऐसे परिणाम पर पहुँचता है जिसका अर्थ हम अपने प्रत्यक्ष ज्ञान के रूप में लगा सकते हैं और उसके प्रयोग से हम अपने जीवन के सक्षित प्रभावों की व्याख्या कर सकते हैं। पदार्थों का अमूर्त और योजना बद्ध है उसके बारे में हम जो कुछ भी जानते हैं वह मिथ्या रूप में हम के नियम बताने के लिए पयाप्त हैं जिनके अनुसार इससे हममें खेतना और प्रत्यक्ष ज्ञान उत्पन्न होता है और भौतिकी का प्रायोगिक लाभ इन्हीं नियमों पर निर्भर रहता है।

अन्तिम निष्कर्ष यह है कि हम बहुत ही कम जानते हैं, फिर भी आश्चर्य की बात है कि हम इतना सर मालूम है और इससे भी आश्चर्य की बात यह है कि इतने अल्प ज्ञान से भी हम कितनी अधिक शक्ति मिली है।

पारिभाषिक शब्दों की सूची

अक्षांश	longitude	आदर्शवाद	idealism
अणुगति	molecular motion	आनुभविक	empirical
अन्तराल	interval	आपेक्षिक	relative
अन्तरिक्षीय आलस्य का नियम	law of cosmic laziness	आपेक्षिकता	relativity
अन्तरिक्ष किरणें	cosmic rays	आपेक्षिकता का विशिष्ट सिद्धान्त	special theory of relativity
अन्तर्गैलैक्टिक आकाश	intergalactic space	आपेक्षिकता का व्यापक सिद्धान्त	general theory of relativity
अपेक्षित	surreptitious	आपेक्षिकता भौतिकी	relativity physics
अपेक्ष्य	reciprocal	आपेक्षिकता सिद्धान्त	theory of relativity
अपकेंद्री बल	centrifugal force	आवेश	charge
अपरिवर्ती द्रव्यमान	invariant mass	आवृत्त	periodic
अभिगद्योक्त	postulate	इंडिया रबर	India rubber
अभिलेख यन्त्र	recording machine	इन्द्रधनुष	rainbow
अमूर्त तार्क्य	abstract logic	इन्द्रियाँ	senses
अमूर्तकीरण	abstraction	इलिप्स	ellipse
अयूक्लिडीय ज्यामिती	non Euclidean geometry	इलेक्ट्रान	electron
अराजकतावादी	anarchist	ईश्वर	aether
अवस्थिति	position	उत्तरदिनांकित	post-dated
अशुद्धता	inaccuracy	उपपत्ति	proof
आकाश	space	उप परमाणविक	sub atomic particle
आकाशगंगा	milky way	ऊर्जा संरक्षण	conservation of energy
आकाशमय	space like	ऊष्मा का यांत्रिक तुल्याक	mechanical equivalent of heat
आकुचन	contraction		
आकर्षण	attraction		

एकसमान वेग	uniform velocity	घनत्व	density
कक्षा	orbit	घूर्णन अक्ष	axis of rotation
कमानोदार तुला	spring balance	चिर प्रतिपिन्न गतिविज्ञान	
कारण काय	cause and effect	classical dynamics	
कार्तीय निर्देशांक		जड़त्व द्रव्यमान	inertial mass
	cartesian co ordinate	त्रिमोडेसिक	geodesic
कालिक	temporal	ज्यामिती	geometry
कालमय	time like	ज्योतिषज्ञ	astronomer
काल्पनिक	imaginary	टेन्सर सिद्धांत	theory of tensors
क्रिया	action	तत्त्वमीमासा	metaphysics
कथेराइन पहिया	Catherine wheel	तरंग	wave
क्रानोमीटर	chronometer	तरंग दध्य	wave length
क्वांटम सिद्धांत	quantum	तारा प्रकाश	star light
	theory	तार्किक गुणधर्म	
गणितज्ञ	mathematician	logical properties	
गणितीय भौतिकी		सीढ़ण स्वर	shrill note
	mathematical physics	त्रिज्या	radius
गणितीय "पञ्जक"		त्वरक	accelerator
	mathematical expression	दृपण	mirror
गतिक ऊर्जा	kinetic energy	दासग्निक	philosopher
गतिमान मंच	moving platform	दिश	space
गतिविज्ञान	dynamics	दिश-काल	space time
गुरुत्व	gravitation	दूरदर्शी	telescope
गुरुत्व द्रव्यमान		दूरदृष्टि	long sight
	gravitational mass	दूर से क्रिया	
गुरुत्व नियम		action at a distance	
	law of gravitation	दृक चित्रिका	optic nerve
गुरुत्वाकर्षण	gravitation	दृश्यपरक तंत्र	
ग्रस्तता	obsession	perceptual apparatus	
ग्रह	planet	दृष्टि	sight
ग्रहण	eclipse	द्रव्यमान	mass
ग्रीनिच समय	Greenwich time	द्रव्यमान संरक्षण	
घटना	event, occurrence	conservation of mass	
घड़ी	clock	द्रव्यमान "यूनता"	mass defect

द्वितीयक गुण	secondary quality	प्रकाश वेग	velocity of light
धन विद्युत्	positive electricity	प्रकाश संकेत	light signal
भूमकेतु	comet	प्रकाशीय	optical
माभि	hub (of a wheel)	प्रचलित बम	conventional bomb
निवट दृष्टि	short sight	प्रतिध्वनि	echo
निजी	intrinsic	प्रतिबिम्ब	image
निजी लम्बाई	proper length	प्रतिरूप	model
निजी समय	proper time	प्रतिरोध	resistance
निरपेक्ष गति	absolute motion	प्रतिलामानुषाती	inversely proportional
निर्वात	vacuo	प्रतीयमान	apparent
निर्देशांक	coordinate	प्रत्यक्ष ज्ञान	perception
निष्कान	smooth	प्राकृतिक नियम	natural laws
नीहारिका	galaxy	प्रागनुभव	a priori
न्यूटनीय यांत्रिकी	Newtonian mechanics	प्राथमिक गुण	primary
न्यूनतम क्रिया सिद्धान्त	principle of least action	प्रायोगिक	practical
परमाणुवादी	atomist	प्रेक्षक	observer
परमाणु संरचना	atomic structure	प्रेक्षण	observation
परम्परा	convention	प्रेषण वेग	velocity of transmission
पार्थिव भौतिकी	terrestrial physics	प्लैयाडिज	Pleides
परावर्तन	reflection	फिट्सजरल्ड स्राव्य सङ्कुचन	fitzgerald contraction
परिकल्पित	calculated	फोकस	focus
परिकल्पना	hypothesis	बल	force
परिभ्रमा	rotation	बल की अटलता	persistence of force
पिण्ड	body	बीजगणित	algebra
पिण्ड निकाय	system of bodies	बीटा कण	beta particle
पुंज	cluster	बुध	Mercury
पूर्व अवधारणा	pre conception	बृहद् वृत्त	great circle
पृष्ठों का सिद्धान्त	theory of surfaces	बृहस्पति	Jupiter
प्रकाश	light	ब्रह्माण्ड सिद्धान्त	cosmological principle
प्रकाश की दमक	flash of light		

भार	weight	रेडियो तरंग	radio wave
भौतिक	physical	लाउड स्पीकर	loudspeaker
भौतिक संसार	physical world	लॉरेंट्स रूपांतरण	
भौतिकीविद्	physicist	Lorentz transformation	
भ्रमिल	vortex	चरणात्मकता	selectiveness
भगल	Mars	वस्तुनिष्ठ	objective
मत्स्य बारी	fishing rod	वायुपोत	airship
मन	mind	वास्तविक	real
मनोविज्ञान	psychology	विक्षोभ	disturbance
माइकल्सन-मोर्ली प्रयोग		विघटन	disintegration
Michelson Morley		विद्युत् चुम्बकत्व	
	Experiment		electro magnetism
मात्रक	unit	विपथन	deviation
मात्रात्मक नियम		विमा	dimension
	quantitative laws	विरामावस्था	state of rest
माध्यम	medium	विरोधाभास	paradox
मानक	standard	विविक्त संरचना	
माप की परम्परा			discrete structure
convention of measurement		विश्व	universe
मापन पद्धति	system of measurement	निसंगति	discrepancy
		विस्तारशील ब्रह्माण्ड	expanding universe
मूल बिन्दु			
origin (of coordinates)		विस्तृत पिण्ड	extended object
मेसान	meson	विस्फोट	explosion
मक्सवेल समीकरण	Maxwell's equation	विस्फोट प्रेरक	detonator
		वीचि	ripple
महायवाद	realism	वृत्ताकार	circular
याज्ञिक	arbitrary	व्यक्तिनिष्ठ	subjective
धाम्योत्तर	meridian	शारीरत्रियात्मक	physiological
यूक्लिडीय ज्यामिती		शरीर बनानिक	physiologist
	Euclidean geometry	छादित गति	perpetual motion
रवि-नीच	perihelion	मकल्पना	concept
रेखांग	latitude	सघनित गम	condensed gas
रेडार	radar	मवेग	momentum
रेडियोसक्रियता	radioactivity	संश्लेषण	synthesis

सतत सृष्टि	continual creation	सार्वत्रिक समय	universal time
सत्यापन	verification	सीरियस	sirius
समकोण त्रिभुज	right angled triangle	मुष्काली फोटोग्राफी प्लेट	sensitive photographic plate
समकालिक	simultaneous	सूक्ष्मदर्शी	microscope
समदिक्ता	isotropy	सद्धातित्व भौतिकी	theoretical physics
सममिती	symmetry		
समय क्रम	time order	सौर तंत्र	solar system
समय विस्तार	time dilation	स्थानिक	spatial
समागता	homogeneity	स्थानीय समूह	local group
समीकरण	equation	स्थायित्व	stability
सपमीन	ecl	स्थितिज ऊर्जा	potential energy
सहज ज्ञान	intuition		
सातत्य	continuity	स्थिर अवस्था प्रतिरूप	steady state model
सातत्यक	continuum		
साक्ष्य	testimony	स्थिर तारे	fixed stars
साध्य	proposition	स्पर्श	touch
सापेक्ष	relative	स्पेक्ट्रम	spectrum
सामान्यीकरण	generalisation	स्वयंसिद्ध	truism
सार्वत्रिक कारणता	universal causation	स्वर	note (music)
		हर्ट्ज प्रयोग	Hertz experiment
सार्वत्रिक ब्रह्माण्ड समय	universal cosmic time	हाइपेरॉन	hyperons
		होमोसेपियन	homosapien

